BHS I C 194-4

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe: I C
Nr. 194

P r a c t i s c h e

Eisenhüttenkunde,

o d e r

systematische Beschreibung des Verfahrens bei der Roheisenerzeugung, der Stabeisenfabrication, dem Giessereibetriebe und der Stahlbereitung,

n e b s t

Angaben über die Anlage und den Betrieb der Eisenhütten.

B e g l e i t e t

von einem Atlasse der jetzt angewendeten Oefen, Maschinen, Apparate und Gezähe, welcher alle zur Ausführung von Anlagen erforderlichen Details enthält.

Nach den Werken von **Walter de St. Ange, Le Blanc, Flachat, Barrault, Petiet** u. A.

b e a r b e i t e t

v o n

Carl Hartmann.

V i e r t e r T h e i l.

BIBLIOTHEK
DER K.B.GENERAL
BERGW.U.SALINEN
ADMINISTR.

Weimar, 1846.
Verlag, Druck und Lithographie von Bernhard Friedrich Voigt.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort des Bearbeiters zu dem vorliegenden Theile und Nachwort zu der ganzen Arbeit.

Nach einiger Unterbrechung übergebe ich dem hüttenmännischen Publicum den Schlussband eines Werkes, welches, das grösste und umfassendste, zugleich auch das neueste über Eisenhüttenwesen ist.

Die ersten beiden Bände nach dem französischen Originale von Herrn Walter de Saint Ange und Leblanc bearbeitet, von denen der erste von der Roheisenerzeugung und der zweite von der Stabeisenbereitung handelt, erschienen in den Jahren 1839 und 1840. Es ist wohl ein Beweis von der Vorzüglichkeit des Werkes, dass es, neben der classischen Eisenhüttenkunde des Hrn. Geheime Oberbergraths Dr. Karsten in Berlin, welche bereits drei Auflagen erlebt hat (3. Auflage 5 Bände nebst Atlas mit 63 Planotafeln, Berlin 1841), bereits mit Ende des Jahres 1841 vergriffen war.

Die zweite Auflage meiner Bearbeitung erschien im Jahre 1842 in erweiterter und verbesserter Gestalt. Sie ist von einem Atlasse mit 77 Planotafeln begleitet.

Mittlerweile erschien in Frankreich bei dem Verleger des Werkes von Walter de Saint Ange die erste Abtheilung eines neuen grossartigen Werkes über die Roheisen- und Stabeisenerzeugung von den Herren Ingenieuren E. Flachat, A. Bar-

*

rault und J. Petiet. Mein Freund Voigt und ich beschlossen, das Werk als dritter und vierter Theil unserer grossen practischen Eisenhüttenkunde erscheinen zu lassen; die erste Lieferung davon erschien bereits im April 1843. Vollständig umfasst der dritte Theil die Geschichte des Eisenhüttenwesens; eine statistische Uebersicht desselben; die Lehre von den physicalischen und chemischen Eigenschaften des Eisens in seinen drei Zuständen, als Roheisen, Stabeisen und Stahl; die Lehre von den Brennmaterialien; von den Erzen und Zuschlägen; von der Roheisenerzeugung in Hohöfen; sowie endlich die Förmerei und Giesserei. Dieser Theil ist von einem Atlasse von 35 Tafeln begleitet, welcher Röstöfen, Meiler, Verkohlungs- und Vercoakungsöfen, Kohlenschoppen, Holzkohlen und Coakshohöfen, Gebläse, Regulatoren, Lufterhitzungsapparate, Apparate zur Benutzung der verlorengehenden Wärme der Hohöfen, Gichtaufzüge, Tiegelöfen, Kupolöfen, Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens, sowie endlich die wichtigsten Apparate zur Förmerei und Giesserei enthält.

Es ist dieser Theil durchaus keine blosse Uebersetzung des französischen Werkes der Herren Flachat etc., sondern eine Bearbeitung mit vielen Veränderungen und Zusätzen. So ist namentlich der ganze Abschnitt über Förmerei und Giesserei mein Zusatz.

Der vorliegende vierte Band, von welchem das französische Original grösstentheils schon im Jahre 1843 erschienen war, hat ebenfalls grosse Abänderungen und mancherlei Verbesserungen und Erweiterungen erlitten. Die Stabeisenfabrication, mit welcher er sich zuvörderst beschäftigt, hat in den letztern Jahren grosse Fortschritte gemacht, und um den Zweck vollständig zu erreichen, um dem eisenhüttenmännischen Publicum ein recht gediegenes Werk vorzulegen, sah ich mich daher genöthigt, recht Vieles zu verändern und umzuarbeiten, recht Vieles zuzusetzen. Diess Alles speciell namhaft machen zu wollen, würde zu weit führen; auch bescheide ich mich gern damit, das vorhandene reiche Material, mit Kritik und Auswahl zusammengestellt zu haben.

Die Stahlfabrication, welche einen zweiten Abschnitt dieses Theiles bildet, ist ein Zusatz von mir, wobei ich die Karsten'sche Eisenhüttenkunde zum Grunde legte. Warum die Herren Flachat, Barrault und Petiet diesen wichtigen Theil des Eisenhüttengewerbes in ihrem französischen Werke so gänzlich unbeachtet gelassen haben, kann ich um so weniger begreifen, da die Stahlbereitung in Frankreich, im Gegensatze zu dem übrigen Theile des Eisenhüttengewerbes, durchaus auf keiner so hohen Stufe steht und eine Menge Stahl aus England und Rheinpreussen eingeführt wird.

Ein nicht unwichtiger fernerer Abschnitt dieses vierten Theiles handelt von den Maschinen, welche bei'm Eisenhüttenwesen angewendet werden, sowie von der allgemeinen Einrichtung der Eisenhütten. Es wird zuvörderst von den Triebkräften gehandelt, welche Wasserräder oder Dampfmaschinen sind; dann von der Mittheilung oder Uebertragung der Bewegung; von manchen Nebenapparaten, welche in den Eisenhütten angewendet werden, wohin namentlich Pumpen und Wasserbehälter zur Versorgung der Hütten mit dem nöthigen Wasser, ferner Walzendrehbänke, Winden, Krahne, Transportmittel und Waagen gehören. Den Schluss machen eine Reihe sehr wichtiger Bemerkungen über die allgemeine Einrichtung und über die Anlage von Hütten.

Dieser vierte Band, von welchem das Manuscript fertig in den Händen des Hrn. Verlegers ist, wird in 6 Lieferungen so rasch hintereinander erscheinen, als es der Stich der 60 Tafeln, welche diesen Band begleiten, gestattet. Diese 60 Tafeln enthalten Abbildungen von Weissöfen, von Apparaten zur Benutzung der aus den Frischfeuern entweichenden Wärme, Lufterhitzungsapparate, Puddel- und Schweissöfen, die mit Steinkohlen, Braunkohlen, Torf, Holz und Gasen gefeuert werden, Hammerwerke verschiedener Art und nach den neuesten Einrichtungen, sowie die sonstigen bei dem Ausschmieden von kleinern und grössern Stücken erforderlichen Apparate; dabei enthalten mehrere Tafeln die sogenannten Stempel- oder Dampfhämmer, welche jetzt eine so bedeutende Rolle bei dem Zängen der Luppen und bei der Schmiederei spielen; Quetschmaschinen und andere Vorrichtungen zum Zängen der Luppen; eine ganze Reihe von Scheeren; Puddel- oder Luppenwalzwerke, Grobeisenwalzwerke, Feineisenwalzwerke, Drahtwalzwerke, Blechglühöfen, Blechwalzwerke, Schienenwalzwerke; Sägen zum Abschneiden der Schienenenden und sonstige Apparate bei der Schienenfabrication; Walzen zur Fabrication eigenthümlich geformten Eisens, als Spurkranzeisen, Winkeleisen, Fensterrahmeneisen etc.; die Apparate zur Fabrication eiserner Röhren; Stahlfrischheerde, Stahlraffinirheerde, Oefen zur Bereitung des Cement- und des Gussstahls; Wasserräder und Dampfmaschinen, wie sie zum Eisenhüttenbetriebe am Zweckmässigsten sind, Zahnräder, Schwungräder, Zapfenlager und andere Theile der Bewegungsmittheilung; Pumpen, Winden, Krahne, Walzendrehbänke etc. Die letzten 14 Tafeln des Atlasses sind Grund- und Aufrisse, namentlich erstere, von neuern französischen, deutschen und englischen Hüttenwerken, zur Erläuterung dessen, was in dem Werke über Anlage und Einrichtung der Hütten gesagt worden ist.

Das französische Werk von F l a c h a t etc. enthält nun noch einen sehr wichtigen Theil, nämlich eine statistische und commercielle Untersuchung über die Eisen-

fabrication, die 55 Quartbogen stark und von 6 General- und Specialcharten von Frankreich, von zum Theil doppelter Grösse gegen unsere Tafeln, begleitet ist. Dieser Abschnitt handelt in einem ersten Abschnitte von den Erzen, nämlich von der Gesetzgebung über die Eisenerzgruben und Gräbereien, von den Eisenerzlagerstätten aus geographischem, geologischem und statistischem Gesichtspuncte, von der Gewinnung, Aufbereitung und dem Transporte der Erze. Ein zweites Kapitel ist den Brennmaterialien gewidmet und handelt von dem Vorkommen, der Gewinnung und dem Transporte der Steinkohlen, sowie von dem Forstbetriebe und der Forstwirthschaft, in Beziehung auf den Eisenhüttenbetrieb. Ein drittes Kapitel handelt von den Hütten: von der Gesetzgebung und von den verschiedenen Gruppen der Eisenhütten in Frankreich. Ueberhaupt bezieht sich das, was in diesem Abschnitte über Brennmaterial und Eisenhütten gesagt worden ist, nur auf Frankreich, ist aber sehr werthvoll. Das in einem vierten Kapitel über fremde Concurrenz, d. h., über die englischen, belgischen und deutschen Eisenhütten Gesagte ist dagegen sehr mager und unbedeutend. Wir haben es daher für zweckmässig gehalten, dem deutschen Werke diesen Abschnitt des französischen nicht einzuverleiben; denn sollte er für Deutschland Nutzen haben, so müssten auch die übrigen europäischen Staaten, wenigstens ähnlich wie Frankreich, behandelt werden, und dann würde dieser statistische und commercielle Abschnitt noch einen fünften Band unseres Werkes bilden und dieses natürlich sehr vertheuern.

Der Gegenstand ist jedoch von hoher Wichtigkeit und von hohem Interesse, und da der Unterzeichnete seit Jahren über diesen Gegenstand sehr viel Material gesammelt hat, dessen Zusammenstellung er schon seit langer Zeit beabsichtigte, so hofft er das Ganze in einem besondern Werke dem Publicum bald übergeben zu können. Ein solches Werk hat zu gleicher Zeit ein weit allgemeineres Interesse, als das rein technische, und auch diess dürfte die Absicht, es besonders erscheinen zu lassen, nur noch mehr bestärken. Jedoch machen wir die Eisenhüttenleute ganz besonders darauf aufmerksam.

Möge meine Arbeit in Deutschland den Zweck erreichen, den ich dabei im Auge gehabt habe, nämlich Belehrung in einem Gewerbszweige, der für unser Vaterland von grosser Wichtigkeit ist! Das deutsche Eisenhüttengewerbe bedarf, wir können es gar nicht genug wiederholen, noch grosser Verbesserungen; es ist gegen das unserer Nachbarn jenseits des Rheins, jenseits der Maas und jenseits des Kanals, noch sehr zurück! Jetzt, bei dem grossen Bedarfe an Eisen, bei den hohen Preisen des englischen Eisens, wäre es an der Zeit, dass das deutsche Eisenhüttengewerbe recht grosse Anstrengungen machte, um bei'm Sinken der englischen Eisenpreise nicht allein

Concurrenz halten, sondern auch den Regierungen sagen zu können: nun sind wir tüchtig, nun können wir den Bedarf des Vaterlandes selbst produciren; es braucht unser sauer erworbenes Geld nicht in die Hände jener selbstsüchtigen Insulaner zu kommen, die es vergessen haben, dass ihre bessten Eigenschaften gerade das germanische Princip sind, und die Alles anwenden, um unsere Gewerbe zu unterdrücken.

Aber leider hat es noch gar nicht das Ansehen, als wolle es mit dem deutschen Eisenhüttengewerbe recht viel besser werden! Die kleinen Eisenwerke sind grösstentheils noch die alten schlechten, die nur theuer produciren können; nur wenige schreiten mit Verbesserungen vorwärts, viele verachten diese gänzlich. Unter den grossen Eisenhüttenanlagen sind viele gänzlich verkehrte und daher missglückte. Die meisten Capitalisten haben eine Scheu gegen eisenhüttenmännische Unternehmungen, und es fehlt auch wahrlich an Leuten, die Kenntnisse und Kraft genug besitzen, um Anlagen zu machen, die mit den belgischen und englischen concurriren können. Das Bild ist nicht schön, aber es ist leider wahr, was man mir auch dagegen einwenden mag! Jeder, der Gelegenheit hatte, das deutsche und das französische Eisenhüttengewerbe, die ziemlich gleiche natürliche Verhältnisse haben, miteinander zu vergleichen, wird mir vollkommen Recht geben.

Zum Unterrichte für unsere deutschen Eisenhüttenleute sind Bücher die hauptsächlichsten Hülfsmittel, denn weder auf Universitäten, noch auf Bergacademien oder höhern technischen Unterrichtsanstalten ist die Eisenhüttenkunde Gegenstand des mündlichen Vortrags und der Demonstration; wenigstens sind die Ausnahmen sehr gering. Gute Werke über das Eisenhüttenwesen, Werke, die Jeder verstehen kann, Werke mit Abbildungen versehen, nach denen gebaut werden kann, nach denen man neue Anlagen zu machen im Stande ist, sind daher ein grosses Bedürfniss. Möge diess nur immer mehr und mehr erkannt, und mögen solche gute Bücher in allen Kreisen der eisenhüttenmännischen Welt immer mehr und mehr verbreitet werden! Leider herrscht aber bei vielen Eisenhüttenleuten stets noch eine grosse Bücherscheu, die Herren glauben immer, ein Schriftsteller könne nur Theoretiker seyn, er wisse die Sache wohl, wie die Härzer sagen, aber er könne sie nicht, d. h., er sey kein Empiriker. Leider, leider ist aber in der ganzen Technik der Empirismus noch gar zu sehr zu Hause; der Practiker soll die Sache nicht allein können, sondern er soll sie auch wissen, und daher sind Bücher nothwendig.

Schliesslich haben wir nun noch eins zu bemerken. Zu der ersten Auflage der beiden ersten Bände des vorliegenden Werkes lieferte ich auch unter dem Titel: „Repertorium der Eisengewerbskunde“, Supplemente in zwei Lieferungen. Da

jedoch diese beiden ersten Bände, wie schon oben bemerkt, sehr bald einer zweiten Auflage bedurften, auch der dritte und vierte Band, welche noch Neueres und Besseres brachten, als die zweite Auflage der beiden ersten Bände, bald nachfolgten, so wurden die Supplemente natürlich nicht weiter fortgesetzt.

Zur Roheisenerzeugung und zur Giesserei, von denen der erste und der dritte Band des Werkes handeln, wird, bei den ungeheuren Fortschritten, welche das Eisenhüttenwesen, dieses Haupthülfsmittel aller Gewerbe, täglich macht, recht bald ein Supplementheft nöthig seyn. Wir versprechen es den Besitzern und Käufern des Werks, damit dasselbe stets in gleichem Standpuncte mit den Fortschritten der Wissenschaft und der Kunst bleibe.

Weimar im Juli 1846.

C. Hartmann.

Praktische

Eisenhüttenkunde.

Vierten Theils

Systematischer Text.

Die Stabeisenfabrication.

Man stellt das Stabeisen entweder unmittelbar aus den Erzen, oder durch Verfrischen des Roheisens dar. — Die erstere Methode wird jetzt nur noch in wenigen Ländern angewendet, hauptsächlich noch in den Pyrenäenländern und in Italien, und liefert daher nur eine verhältnissmässig kleine Menge des jährlich verbrauchten Eisens. Sie entwickelt sich auch nicht mehr, sondern vermindert sich, da sie, wiewohl sie ein treffliches Product liefert, in öconomischer Beziehung zu schlechte Resultate giebt, so dass sie fast überall aufhören muss, wo sie mit den andern Fabricationsmethoden Concurrenz halten soll. Für Deutschland hat sie nur sehr geringes Interesse, und da bereits auf Seite 4 des zweiten Theils davon geredet wurde, so übergehen wir hier die in Deutschland unter dem allgemeinen Namen der Rennarbeit bekannte unmittelbare Erzeugung des Stabeisens aus Erzen.

Bis gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts producirte man nur Holzkohlenroheisen; der Frischprocess wurde lediglich mit vegetabilischen Kohlen betrieben, und alles Eisen, mit Ausnahme grosser Bleche und des sogenannten Schmiedeeisens, wurde unter dem Hammer fabricirt. Diese Methode wird noch in vielen Gegenden befolgt und bildet das Characteristische der deutschen Frischschmiede oder der sehr verschiedenen Abänderungen des Heerdfrischens. Der Anwendung der Steinkohle bei der Roheisenproduction folgte auch bald das Frischen mittelst desselben Brennmaterials und die Anwendung der Walzwerke statt der Hämmer. Dieses neue Verfahren, allgemeiner, als das erstere, da es sich auf alle Roheisenarten bezieht, wohlfeiler und wirksamer, weil es ein minder seltenes Brennmaterial und vollkommnere mechanische Hülfsmittel anwendet, nennt man die englische Methode.

Die deutsche und die englische Methode, diese beiden Typen aller jetzigen Verfahrungsarten bei'm Verfrischen des Roheisens in dem grössten Theile der Welt, haben sich auch hin und wieder miteinander vereinigt und die sogenannten gemischten oder zusammengesetzten Frischmethoden gebildet; man findet sie besonders in Frankreich.

Wir werden hier bei unserer Darstellung der Stabeisenfabrication einen ähnlichen Plan, wie bei der Roheisenproduction, befolgen, indem wir erst den chemischen Theil, d. h., die Verwandlung des Roheisens in Frischeisen, entweder mit Holz oder Steinkohle, und dann den mechanischen Theil, d. h., die Vorrichtungen und Operationen darstellen, mittelst deren das Eisen die zum Gebrauch erforderlichen Formen erhält.

Erstes Kapitel.

Die Heerdfrischarbeit.

Der Frischprocess besteht in der Trennung des Eisens von der Kohle und den fremdartigen Materien, mit denen es sich in den Hochöfen verbunden hat; er wird in Heerden oder Feuern, den Frischheerden oder Frischfeuern, ausgeführt, die gewöhnlich von eisernen Platten umschlossen sind und unter dem Einflusse eines Gebläse-Luftstroms und einer durch die Verbrennung von Holzkohlen herbeigeführten hohen Temperatur ausgeführt.

Betriebselemente.

Roheisen.

Beschaffenheit des Roheisens. — Obwohl jede Roheisensorte in Heerden verfrischt werden kann, so ist es doch hauptsächlich das Holzkohlenroheisen, welches auf diese Weise in Stabeisen verwandelt wird.

Die chemische Zusammensetzung des Roheisens und seine physikalische Beschaffenheit haben einen grossen Einfluss auf die Dauer des Frischprocesses und auf die Natur seiner Producte; denn im Allgemeinen entspricht diese Operation, indem sie weit entfernt ist, alle Fehler des Materials verbessern zu können und sie zu hindern, dass sie keinen Einfluss auf die Qualität des Eisens hat, nur dann dem Zwecke, wenn man gutartiges Roheisen behandelt, welches der Einwirkung der Agentien entspricht, denen es unterworfen wird.

Weisses Roheisen schmilzt leicht und hat die Eigenschaft, lange in einem teigigen Zustande zu bleiben, welcher der Entkohlung sehr günstig ist. Da es auch ausserdem die Kohle nicht sehr zurückhält, so lässt es sich leicht verfrischen und geht leicht in den Zustand des Frischeisens über. Auf der andern Seite ist es aber häufig unrein und giebt dann nur ein mittelmässiges Eisen, und ein um so schlechteres, als die Schnelligkeit, mit der verfrischt wird, nicht die Zeit zur Abscheidung der fremdartigen Materien, welche es enthält, gewählt hat; das gewöhnlichste unter den Arten des weissen verhält sich hauptsächlich so. Um daher gutes Eisen zu erlangen, muss man seine Neigung zum Garwerden (zum Frischen) durch eine besondere Einrichtung des Heerdes oder einen besondern Feuerbau aufzuhalten suchen. Im Allgemeinen muss man mit jedem unreinen weissen Roheisen auf diese Weise verfahren, und man hat daher häufig keinen Vortheil von seiner natürlichen Geneigtheit, sich in Stabeisen zu verwandeln. Die reinen weissen Roheisensorten, zu denen man nur die rechnen kann, welche von guten manganhaltigen Erzen erblasen werden, sind die einzigen, die man mit der natürlichen Geschwindigkeit verfrischen, und folglich auch die einzigen, von deren leichten Entkohlungsfähigkeit man Vortheil ziehen kann.

Das graue Roheisen ist, wegen der zu seiner Schmelzung erforderlichen hohen Temperatur, wegen der Flüssigkeit, welche es durch dieselbe erlangt, und wegen der festen Verbindung der Kohle mit dem Eisen in demselben, weit schwieriger zu verfrischen, und die Operation dauert weit länger, als bei dem weissen Roheisen. Allein, da es das reinste Roheisen ist, welches aus den Erzen dargestellt werden kann, so ist es im Allgemeinen vor-

theilhaft, in den Frischheerden nur diese Art zu verarbeiten. Das aus einer leicht flüssigen Beschickung erblasene ist dem vorzuziehen, welches aus einer strengflüssigen erfolgt ist, indem letzteres einen bedeutenden Siliciumgehalt hat. Ist es aber erforderlich, den Hochofenbetrieb auf diese Weise einzurichten, um den Schwefel und den Phosphor fortzuschaffen, so darf man nicht anstehen, dem grauen Roheisen den Vorzug vor dem weissen zu geben, welches man aus denselben Erzen erblasen könnte, indem Silicium unter allen fremdartigen Substanzen bei'm Verfrischen im Heerde am Leichtesten fortzuschaffen ist. Schwefel und besonders Phosphor lassen sich nur schwierig von dem Eisen abscheiden; denn obwohl dieser Process durch Zuschlag von Kalk erleichtert wird, so ist die Abscheidung doch nicht immer vollständig.

Das halbirte Roheisen ist diejenige Varietät, welche am Gewöhnlichsten in den Heerden verfrischt wird. Seine Erzeugung ist minder kostbar, als die des grauen Roheisens, und wenn es minder rein, als dieses, ist, so wird dieser Mangel dadurch aufgehoben, dass es sich leichter verfrischen lässt. In gewissen Fällen, und besonders bei ziemlich reinen Erzen ist ein solches Verfahren zweckmässig; allein es ist häufig der Fall, dass man die Güte des Eisens dem Verlangen opfert, wohlfeil zu produciren. Es ist diess eine Klippe, vor der man sich sehr hüten muss.

Die vorhergehenden Bemerkungen sind nur *auf das bei kalter Luft erblasene Roheisen anwendbar*; das *bei warmer Luft* dargestellte verhält sich bei'm Verfrischen anders, weil es weniger gebundene Kohle und mehr Silicium enthält, als das erstere, wie im 3. Band mitgetheilte Analysen beweisen. Es lässt sich daher weit schwieriger schmelzen und frischt weit langsamer.

Mit warmer Luft und bei einem Gemenge von Holzkohlen und lufttrocknem oder gedörrtem Holze dargestelltes Roheisen tritt in die Kategorie des mit kalter Luft erblasenen Roheisens zurück, von welchem es in seiner chemischen Zusammensetzung sehr wenig verschieden ist.

Wir müssen hier zuvörderst noch Einiges über die *Gestalten* sagen, — welche man dem zum Frischprocesse bestimmten Roheisen ertheilt. In Frankreich wendet man gewöhnlich sehr grosse Gänse, die 1000 — 1200 Kilogrammen wiegen, an, wogegen man sie in Deutschland weit kleiner macht, so dass man wenigstens zwei nebeneinander legen kann, um sie über den Heerd zu legen. Diese letztere Form ist eine weit bessere, wenn man Roheisen von verschiedener Beschaffenheit bearbeitet; das schlechte geht mit dem guten durch, und man richtet es so ein, um Gemenge von einer fast constanten Beschaffenheit zu erlangen. Die kleinen Gänse sind ausserdem weit leichter zu handhaben und schmelzen weit leichter, wie die grossen.

Seit einiger Zeit hat man für die bedeckten Frischfeuer viel Roheisenstücke von 25 bis 40 Kilogrammen, welche, ehe sie in den Heerd gelangen, durch die entweichende Flamme desselben vorgewärmt werden, benutzt. Die rasche Schmelzung, welche alsdann das Roheisen erleidet, gestattet ihm nicht, während dieses ersten Theils des Processes, viel von seinem Kohlenstoff abzugeben, welches, wenn man sehr graues Roheisen verfrischen muss, ein Nachtheil ist; jedoch ist diess nicht der Fall, wenn man Blatteln, die gebraten worden sind, oder Scheiben von ungeschmolzenem Roheisen, anwendet, weil die Vorbereitung, welche dieselben erlitten haben, eine bedeutende Beschleunigung der Processe gestattet. Gewöhnliches graues Roheisen gestattet das Vorwärmen der Stücke sehr gut, und man kann daher dasselbe als eine im Allgemeinen vortheilhafte Vorbereitung ansehen.

Vorbereitung des Roheisens zum Verfrischen.

Um die Frischarbeit zu erleichtern und zu beschleunigen, wendet man verschiedene Vorbereitungsarten des Roheisens an, welche sich die einen darauf reduciren, künstliches weisses Roheisen darzustellen; die anderen aber die Entkohlung und die Reinigung des Metalles in besonderen Heerden zu beginnen. Wir wollen diese verschiedenen Vorbereitungsmethoden hier vorläufig und im Allgemeinen kennen lernen, indem wir bei den verschiedenen Frischmethoden selbst das Nähere darüber sagen müssen.

In manchen Hütten in Wermeland in Schweden wirft man das abgestochene Roheisen, sobald es in den Sandformen erkaltet ist, in kaltes Wasser; es wird dadurch härter und lässt sich leichter zerschlagen, so dass die Käufer und Frischer das Bruchansehen besser erkennen können. Ein solches Verfahren ist jedoch nur bei aus gutartigen Erzen und aus leichtflüssigen Beschickungen dargestelltem Roheisen anwendbar, und wenn ein übersetzter Hochofengang weniger nachtheilig auf das erzeugte Roheisen und das aus demselben dargestellte Stabeisen wirkt. Solch ein Roheisen kann überhaupt nur dann zum Verfrischen angewendet werden, wenn es gar keine, oder doch nur wenige der Güte des darzustellenden Stabeisens nachtheilige Bestandtheile enthält. Will man solche bei'm Frischprocess abscheiden, so darf die Verwandlung des weissen Roheisens in Stabeisen nicht durch garende Zuschläge beschleunigt werden. Es werden diese dann am wirksamsten seyn, wenn das eingeschmolzene Roheisen noch einen gewissen Grad von Flüssigkeit besitzt und sich nicht zu sehr zu einer gefrischten Masse zusammengezogen hat.

Durch das W e i s s m a c h e n, d. h., durch die Umänderung des grauen Roheisens in weisses, durch die Zerstörung des Graphits, will man den Zweck erreichen, das Roheisen in nicht zu hohen Temperaturen, in einen teigigen, d. h., in einen Mittelzustand zwischen dem starren und dem tropfbar flüssigen, versetzen zu können. Es wird alsdann theils die Kohle vom Eisen weniger stark gebunden, theils bietet alsdann das Eisen die grösste Oberfläche dar, und lässt sich dieselbe durch Umrühren noch beständig erneuern.

Der Grund, warum das weisse Roheisen dem grauen bei'm Verfrischen vorzuziehen ist, sobald es nur darauf ankommt, seinen Uebergang in den Zustand des Stabeisens zu beschleunigen, lässt sich aus seinem Verhalten in der Schmelzhitze erklären. Wenn aber das Roheisen fremdartige Beimischungen, besonders Silicium, enthält, so würden dieselben bei einer zu schnellen Verwandlung des Roheisens in Frischeisen nicht völlig abgeschieden werden können, und es würde daher ein mürbes Eisen erfolgen. Um das schnellere Garwerden zu vermeiden, wendet man daher in diesem Falle, welcher jedoch der gewöhnlichere ist, graues Roheisen an. Dasselbe schmilzt vor der Form tropfenweise nieder und wird in diesen einzelnen Tropfen von dem Windstrome des Gebläses getroffen, und es lassen sich dabei die am Leichtesten oxydirbaren Bestandtheile, wie Phosphor, Schwefel, Silicium und Mangan, am Vollständigsten durch Verschlackung abscheiden, welches bei'm weissen Roheisen nicht der Fall ist, indem dasselbe nicht niederschmilzt, sondern in einem teigartigen Zustande niedergeht. — Ebenso können aus Gründen, die wir beim Hochofenbetrieb im vorhergehenden Bande näher entwickelt haben, viele Holzkohlen- und die Koakshochöfen nur graues Roheisen darstellen, wesshalb in vielen Fällen schon desshalb graues Roheisen verfrischt werden muss. Um daher die Vortheile zu haben, welche der gare Ofengang gewährt,

zugleich aber auch das erhaltene graue Roheisen nicht unmittelbar verfrischen zu dürfen, hat man verschiedene Methoden des Weissmachens oder Feinens, d. h., der Verwandlung des grauen Roheisens in weisses, eingeführt, wodurch es zum schnellern Garwerden vorbereitet wird. Es sind diese Processe folgende:

1) Das Ablöschen des in Gänsen oder Scheiben aus dem Ofen abgelassenen Roheisens. Die Gänse werden nämlich, sobald sie erstarrt sind, in kaltes zu- und abfliessendes Wasser geworfen, und die Scheiben erlangt man dadurch, dass man das in eine beckenartige Vertiefung abgestochene Roheisen mit Wasser begiesst, die dadurch erstarrte Scheibe mit einer Gabel abhebt, wieder Wasser aufgiesst, wieder eine zweite Scheibe abhebt u. s. f. Bei diesem Processe wird das graue Roheisen um so vollständiger in weisses umgeändert, je leichtflüssiger die Beschickung war, aus der es erblasen wurde, und je schneller die Abkühlung vor dem völligen Erstarren bewirkt wird. Allein durch das Ablöschen erfolgt kein vollständiges Weissmachen, und bei Roheisen, welches aus einer strengflüssigen Beschickung erblasen worden ist, hat es gar keinen Nutzen, indem dasselbe alles Silicium und alle Kohle behält.

2) Durch das Granuliren lässt sich das Weissmachen zwar vollständiger bewirken, als durch das Ablöschen, allein der Silicium- und Kohlegehalt wird dadurch ebenfalls nicht vermindert. Der Process des Granulirens besteht darin, dass man das flüssige Roheisen in einen Kasten laufen lässt, in den kaltes Wasser zu- und das warmgewordene abfliesst. Das Roheisen wird dadurch und durch ein stetes Umrühren in Körner verwandelt.

3) Das Scheibenreissen oder das Blattelheben bei'm Blauofen, wovon wir weiter unten bei der Beschreibung der in Steyermark und Kärnthen etc. üblichen Frischmethoden näher reden werden, hat keinen andern Erfolg, als die vorhergehenden Processe. Durch das Braten des erhaltenen weissen Scheibeneisens, wovon wir ebenfalls weiter unten bei der Hart- und Weichzerrennschmiede reden wollen, wird zwar der Kohlegehalt bedeutend vermindert, folglich der Gargang im Frischheerd ungemein befördert, allein der Siliciumgehalt des Roheisens lässt sich auf diese Weise ebenfalls nicht abscheiden, wesshalb auch dieser Process nur dann von Nutzen ist, wenn das Roheisen aus gutartigen Erzen und aus einer leichtflüssigen Beschickung, wie man sie in Steyermark und Kärnthen hat, erblasen worden ist.

4) Das Umschmelzen und die Umänderung des grauen Roheisens in dem sogenannten Läuterheerde, durch Einwirkung eines Windstromes auf das flüssige Roheisen. Wir werden diese gute, aber kostbare, Methode, um den Gehalt des Roheisens an Kohle und an fremden Beimischungen zu vermindern, weiter unten, bei der Läuterfrischschmiede, beschreiben.

5) Das Weissmachen des grauen Eisens im Hochofengestelle selbst, und zwar:

a) Durch Einwirkung von reinen Eisenerzen (Eisenoxyd) auf das im Gestell befindliche flüssige Roheisen, durch das sogenannte Füttern, welches Verfahren bereits im vorhergehenden Bande, bei der Giesserei, S. 346 etc., beschrieben wurde. Diese Vorbereitungsmethode zum Frischprocesse kann jedoch nur bei sehr gutartigem und wenig Silicium enthaltendem Roheisen angewendet werden.

b) Durch den Windstrom des Gebläses, der zu gewissen Zeiten auf das flüssige Roheisen geleitet wird. Man nennt diese, vorzüglich in der Eifel angewendete, Methode des Weissmachens das Läutern oder Destilliren und verfährt dabei auf

folgende Weise: Wenn das Gestell des Hochofens bis auf zwei Zoll unter der Form mit Roheisen angefüllt ist, so wird unmittelbar über der Formöffnung, mittelst eines Lehmklumpens oder durch Hochofenschlacke, eine künstliche Nase gebildet, und zu gleicher Zeit wird die im Gestelle befindliche Schlacke möglichst rein abgezogen. Damit kein flüssiges Eisen über den Wallstein geworfen werde, schiebt man zwischen denselben und den Tümpel einen Schlackenkuchen. Darauf verstärkt man den Wind, setzt das flüssige Eisen in eine wallende Bewegung, wobei der übrige Hochofengang nur insofern verändert wird, dass die Gichten etwas langsamer niedergehen. Die sich bildende Schlacke läuft entweder von selbst ab, oder wird wiederholt abgezogen; das flüssige Roheisen verändert nach und nach seine Farbe und wird immer heller, und es ist dies, nebst dem Funkensprühen, aus dem Gestelle in die Form, ein Zeichen von der Beendigung des Läuterprocesses, indem das letztere auf ein schon beginnendes Verbrennen des Eisens deutet. Die Dauer des Läuterns ist, je nach der Weite des Gestelles, nach längerer oder kürzerer Betriebszeit des Ofens, verschieden und beträgt 3 bis 4 Stunden.

Das Roheisen wird in einem, aus kleinen Schlackenstücken und etwas Sand bestehenden Heerd, unter lebhaftem Funkensprühen abgelassen; es ist silberweiss, in der Regel luckig und hat eine ebene Bruchfläche, wogegen es ungeläutert grau, dicht und grobkörnig ist.

Nach erfolgtem Abstiche wird das Gestelle sorgfältig gereinigt, die Stichöffnung geschlossen, es werden einige Schaufeln voll kleingeschlagener Läuterschlacken in das Gestelle geworfen, es wird die Nase von der Form abgestossen, die letztere gereinigt und mit dem Schmelzen wieder begonnen. — Es ist jedoch dieses einfache und wohlfeile Verfahren nur bei leichtflüssigen Beschickungen anwendbar, indem sonst leicht ein schlechter Zustand des Hochofenganges dadurch veranlasst werden könnte.

Bei mehreren Hochöfen in der französischen Provinz Berry findet ein ähnliches Verfahren statt. Diese Hochöfen haben zwei Formen, von denen man der einen, sobald sich das Gestelle schon ziemlich mit Roheisen angefüllt hat, eine in das Gestelle gerichtete Neigung giebt, so dass der Wind unmittelbar auf das flüssige Metall strömen kann. Auch diese, übrigens ebenfalls zu empfehlende, Methode ist nur bei gutartigen Erzen und bei leichtflüssigen Beschickungen anwendbar.

6) Das Umschmelzen des Roheisens in einem besondern Schmelzheerde bei Holzkohlen und das Abkühlen desselben durch Wasser. Es ist diess die weiter unten, bei der Frischarbeit, näher zu erwähnende Hartzerrennarbeit, oder das Blattelheben am Zerrennheerd, und eine von den ebenfalls bei der Heerdfrischarbeit erwähnten Modificationen der Methode von Nivernais. Durch dieses Umschmelzen wird nicht allein der Kohlegehalt des Roheisens vermindert, sondern es werden auch Phosphor, Schwefel, Mangan und Silicium zum grossen Theil abgeschieden, so dass das niedergeschmolzene Roheisen, welches durch plötzliches Abkühlen in weisses umgeändert wird, wirklich weit reiner ist, als das zum Hartzerrennherd gelangende. Die Scheiben werden dann vor dem Verfrischen noch gebraten, um den Kohlegehalt noch mehr zu vermindern. Wäre diese Methode nicht mit einem grossen Holzkohlenaufwande verbunden, so würde sie sehr zu empfehlen seyn.

7) Das Umschmelzen des Roheisens bei Holzkohlen mit garenden Zuschlägen zu einer halbgefrischten Eisenmasse, welche nach dem Erstarren noch weissglühend aus dem Heerde gebrochen, zerschlagen und dann zur eigentlichen Frischarbeit gegeben

wird, ist eine bei der Kartitscharbeit, sowie auch bei der Brocken- und Brechschmiede, angewendete Methode. Wir werden sie weiter unten bei der Beschreibung dieser Frischmethoden näher kennen lernen, und wir bemerken hier nur noch, dass das Roheisen durch dieses Umschmelzen gereinigt und dem garen Zustande genähert wird.

8) Das Umschmelzen des Roheisens auf flachen Flammofenheerden, mit garenden Zuschlägen, und das Ablassen des geweissten Roheisens, welches dann zur Frischarbeit kommt. — Es wird auf dem flachen Heerde nur soviel Roheisen eingeschmolzen, dass das sich über den ganzen Heerd ausbreitende Metallbad flach bleibt. Dadurch wird das Eisen von Unten abgekühlt und ein schnelleres Abkühlen bei'm Abstechen bewirkt, welches der Graphitbildung entgegenwirkt.

Man hat solche Weissöfen in neuerer Zeit häufig, sowohl zur Verbreitung des Roheisens zum Heerde, als auch zum Puddlingsfrischen, angewendet. Man feuert sie mit Steinkohlen, Torf und auch mit Hohöfen- und mit in besondern Generatoren erzeugten Gasen. Ihre Einrichtung ist aus den Figuren 1 und folgende, Taf. 36, ersichtlich. — Wir werden die verschiedenen Einrichtungen dieser Oefen, sowie das Verfahren bei dieser Art des Weissmachens, weiter unten bei dem Puddelfrischen näher kennen lernen, indem sie bei dieser Frischmethode weit häufiger, als bei dem Heerdfrischen, angewendet wird. Wir bemerken hier nur noch, dass diese Methode sehr vortheilhaft ist. Es wird dadurch nicht allein Kohle, sondern auch ein Theil des Siliciums, und bei Anwendung von erhitzter Gebläseluft auch ein bedeutender Theil des Phosphorgehaltes abgeschieden.

9) Das Umschmelzen des Roheisens in Schmelzheerden mit Gebläsen, bei Coaks, ohne gaarende Zuschläge, und das Ablassen des geschmolzenen Roheisens. Man wendet diese Methode des Weissmachens nur bei'm Puddelfrischen und hauptsächlich nur bei solchem Coaks-Roheisen an, welches wegen der natürlichen Beschaffenheit der Erze, oder wegen der grossen Strengflüssigkeit der Beschickung, oder wegen der grossen Höhe der Oefen und der Obergestelle, oder aus allen diesen Gründen zusammengenommen, viel Silicium, Mangan und auch Phosphor enthält. Ein solches Roheisen würde, wenn es ohne dieses Niederschmelzen vor dem Winde, bloss mit garenden Zuschlägen verfrischt würde, ein sehr mürbes und schlechtes Roheisen geben.

Man nennt einen solchen Heerd Feineisen- oder Raffinirfeuer (*Finerg* oder *Refining Furnace* in England, woselbst sie zuerst angewendet wurden), sowie das daraus erhaltene Product Feineisen (*Fine iron* oder *Fine metal*). Auch diese Vorbereitungsmethode werden wir weiter unten bei dem Puddelfrischen näher kennen lernen.

Nach dieser Uebersicht der verschiedenen Vorbereitungsmethoden des Roheisens zum Frischprocesse wenden wir uns nun zu einer

Uebersicht der verschiedenen Heerdfrischmethoden

selbst. Die Heerde, in denen Roheisen in Stabeisen verwandelt, oder in denen der Frischprocess vorgenommen wird, nennt man Frischfeuer, Frischheerde, Frischschmieden, im südlichen Deutschland auch Wallos- oder Wallashämmer (Wälschhämmer) und Weichzerrennhämmer.

Herkommen, Gewohnheit, Localverhältnisse und Beschaffenheit des Roheisens haben eine Menge von verschiedenen Frischmethoden veranlasst, welche sich, nach Herrn Karsten, folgendermaassen eintheilen lassen:

I. Verfrischen mit einmaligem Einschmelzen.

1) Mit einem, die Vorbereitung des Roheisens vertretenden einmaligen Einschmelzen und ein- oder mehrmaligem Aufbrechen der eingeschmolzenen Masse.

Die deutsche Frischschmiede mit allen ihren Varietäten, und zwar:

α) die But- oder Klumpschmiede;
β) die Kleinfrischschmiede;
γ) die Frischschmiede;
δ) die Suluschmiede;
ε) die Halbwallonenschmiede;
ζ) die Anlaufschmiede.

2) Mit einmaligem Einschmelzen ohne alle Vorbereitung des Roheisens durch Aufbrechen.

a) Die Wallonenschmiede, bei welcher jedesmal nur soviel Roheisen, als zu einem Kolben erforderlich ist, angewendet und das Ausschmieden in besonderen Reckheerden vorgenommen wird;
b) die Löschfeuerschmiede, bei welcher das Ausschmieden in demselben Heerde geschieht;
c) die Steyersche Einmalschmelzerei;
d) die Siegensche Einmalschmelzerei;
e) die Osemundschmiede, bei welcher wenig Roheisen sogleich gar niedergeschmolzen und ausgeschmiedet wird.

3) Mit einmaligem Einschmelzen und mit Vorbereitung des Roheiens.

Die Bratfrischschmiede.

II. Verfrischen mit zweimaligem Einschmelzen des Eisens.

1) Mit zweimaligem Einschmelzen in derselben Feuergrube und in demselben Frischheerde.

a) Die Müglafrischschmiede;
b) die Brechschmiede;
c) der Sinterprocess.

2) Mit zweimaligem Einschmelzen und zwei besondern Feuern.

a) Die Weich- und die Hartzerrennfrischarbeit;
b) die Kortitsch- oder Kartitscharbeit.

Für Frankreich passt jedoch diese Eintheilung nicht ganz, und kann man daselbst folgende vier Verfahrungsarten unterscheiden:

1) *Affinage comtois* (hochburgundisches Frischen). Heerdfrischerei bei Holzkohlen zu Kolben (*massiaux*), welche in demselben Heerde, während des Einschmelzens des Roheisens, zu der folgenden Operation unter Hämmern ausgeschmiedet werden. Die hochburgundische Frischmethode umfasst das Verfahren bei der deutschen Frischschmiede und die Abänderungen, welche die Löschfeuerschmiede, die Siegensche und Steyersche Einmalschmelzerei und die Osemundschmiede darbieten.

2) *Affinage Wallon* (Wallonenfrischen). Die Kolben werden in einem Frischheerde, wie bei der hochburgundischen Methode, dargestellt, aber in einem besondern Heerde (*feu de chaufferie*) ausgeschmiedet.

3) *Affinage bergamasque* (Bergamische Frischmethode), aus zwei verschiedenen Processen bestehend. Bei dem ersten wird das Roheisen in dem Heerde umgeschmolzen (*mazéage*), bei dem zweiten aber das vorbereitete Roheisen (*fonte mazée*) in demselben Heerde verfrischt. Während dieser eigentlichen Frischarbeit findet auch das Ausschmieden der Kolben statt.

4) *Affinage nivernais* (Nivernaisches Frischen). Diess unterscheidet sich von dem vorigen nur allein dadurch, dass die Operationen der Vorbereitung des Roheisens und das Frischen des vorbereiteten Roheisens in zwei besondern Heerden stattfindet.

Alle diese Frischmethoden weichen jedoch im Wesentlichen so wenig voneinander ab, dass man sie alle kennt, wenn man sich mit der schwierigsten, mit der deutschen, Frischarbeit vertraut gemacht hat. Die Abweichungen bestehen grösstentheils nur in der verschiedenen Art, wie der mechanische Theil der Arbeit, nämlich das Ausstrecken des gefrischten Eisens zu Stäben, mit der eigentlichen Frischarbeit in Verbindung gesetzt wird, wogegen diese letztere selbst bei allen Methoden wesentlich dieselbe bleibt. Andere Abweichungen haben in der Natur und Beschaffenheit des Roheisens, wodurch der Process beschleunigt werden kann, oder verzögert werden muss, oder auch wohl darin ihren Grund, ob das Roheisen schon eine Vorbereitung erhalten hat, welches den Process beschleunigt. Bei der deutschen Frischmethode wird Roheisen von der verschiedenartigsten Beschaffenheit verarbeitet, wogegen die übrigen Methoden durchaus ein gutartiges und mehrentheils ein weisses oder geweisstes Roheisen verlangen. Die deutsche Frischmethode ist daher die schwierigste, sowie die eigentliche und wesentliche Heerdfrischarbeit, aus welchem Grunde wir sie hier auch ausführlicher, als die andern Methoden, betrachten.

Von dem Brennmaterial.

Bis neuerlich wendete man in den Frischfeuern kein anderes Brennmaterial an, als Holzkohlen, welche grösstentheils in Meilern bereitet waren, und die meisten Frischfeuer werden noch auf diese Weise betrieben. Man wendet ohne Unterschied harte und weiche Kohlen an: die erstern geben mehr Wärme, und man schreibt den zweiten die Eigenschaft zu, ein weicheres und zäheres Eisen zu geben. Eine Hauptsache ist, dass man die Kohlen trocken und gut magazinire, und dass sie nicht durch fremdartige Materien, wie Erde, Sand etc., verunreinigt seyen.

Die Versuche mit gedörrtem, getrocknetem und selbst mit nur lufttrocknem Holze haben so vortheilhafte Resultate gegeben, so dass alle in der Nähe von Forsten liegenden Hütten nicht säumen werden, sich dieses Brennmaterials zu bedienen. Das Dörren geschieht in Kästen, welche durch die entweichende Heerdflamme erhitzt werden, und welche fast dieselbe Einrichtung haben, als die auf der Gicht der Hohöfen angebrachten, von denen wir bereits im 1. und 3. Bande dieses Werks geredet haben. Wir glauben daher über diesen Gegenstand keine speciellern Angaben machen zu brauchen. Auf die Haushaltsresultate dieser Methode kommen wir weiter unten zurück.

Von dem Kalke, dem Kiesel und den Schlacken.

Von dem Kalke und dem Kiesel. — Man wendet bei der Frischarbeit keine eigentlichen Zuschläge an; nur ausnahmsweise und um schlechtes Roheisen zu reinigen, schlägt man zuweilen nach dem Einschmelzen Kalk zu. Jedoch ist es wahrscheinlich unrichtig, diese Substanz nicht häufiger anzuwenden, indem derselbe in vielen

Fällen zur Fortschaffung des Schwefels sehr nützlich seyn kann, und es entsteht daraus nie ein Nachtheil, wenn das Verhältniss $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{8}$ von dem Roheisengewichte nicht übersteigt.

Anders ist es mit dem Kiesel, oder mit kieselhaltigen Erden, welche die Frischer in den Heerd werfen, um das Frischen zu verzögern. Dieses leider noch häufige Verfahren vermehrt den Abgang und verändert die Qualität des Eisens.

Von den Schlacken. — Das Verfrischen des Roheisens giebt zu Schlacken Veranlassung, welche im Wesentlichen aus Kiesel und Eisenoxydul zusammengesetzt sind; sie enthalten Kalk, Bitter- und Thonerde, Mangan und Phosphor in sehr verschiedenen Verhältnissen.

Die Rohschlacken sind Silicate, welche oft bis 60 Procent Oxydul, oder etwa 45 Procent metallisches Eisen enthalten; sie entstehen im Anfange des Frischprocesses, reagiren nicht auf die Kohle im Roheisen und schaden selbst häufig dem Processe, wenn man sie in dem Tiegel sich ansammeln lässt. Sie sind leichter, als das Eisen, sehr flüssig und fliessen sehr lebhaft mit einer dunkelrothen Farbe; sie erkalten sehr rasch und nehmen die Gestalt einer geflossenen Masse von grauer oder schwarzer Farbe an. Hin und wieder schlägt man sie bei dem Hohofenbetriebe zu.

Die Garschlacken sind Subsilicate, welche 80 — 90 Procent Oxydul enthalten. Sie bilden sich, sobald das Roheisen zu frischen beginnt, und sammeln sich auf dem Boden des Heerdes; sie fliessen langsamer, als die Rohschlacken, erstarren langsamer und haben nach dem Erkalten einen undeutlichen Metallglanz. Sie nehmen alle Arten von Formen an und zeigen eine eisengraue Farbe.

Die durch tief angebrachte Schlackenlöcher abgestochenen Garschlacken werden in den Heerd zurückgebracht, um die Entkohlung des Roheisens zu veranlassen, worauf sie mit einer grossen Kraft einwirken; ihr Sauerstoff verbindet sich mit der Kohle und der frei gewordene Theil des Eisens wird der Masse hinzugefügt. — Man schlägt um so mehr Garschlacken zu, je schneller der Frischprocess betrieben werden soll. Der Schwal ist eine Garschlacke, welche, fest geworden, im Heerde zurückbleibt; man wendet sie wie die letztere an.

Der Hammerschlag, welcher sich während des Schmiedens von dem Eisen ablös't, wird ebenfalls als Entkohlungsmittel während der Bildung der Luppe angewendet.

Von dem Wasser. — Das Wasser, welches die Hammerschmiede während des Frischens, entweder aus Gewohnheit, oder, um weniger von der Wärme zu leiden, so reichlich gebrauchen, hat die Wirkung, auf der Oberfläche des flüssigen Eisens ein Oxyd zu bilden, welches auf die Kohle wirkt, und vielleicht ist selbst seine augenblickliche Zusammensetzung der Reinigung des Metalles nicht fremd, indem der Wasserstoff eine sehr grosse Verwandtschaft zu dem Schwefel, dem Phosphor und dem Arsenik hat. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass das Wasser, wie man es wohl behauptet hat, die Lebhaftigkeit der Verbrennung auf der Heerdoberfläche vermindern könne; das Befeuchten der glühenden Kohlen muss vielmehr zum Resultate haben, dass sie zerspringen und unter dem Einflusse des sich entwickelnden Dampfes und Wasserstoffes verbrennen.

Von der Windführung.

Der Gebläsewind, den man in die Frischfeuer einführt, hat die hauptsächliche Wirkung, die Verbrennung zu unterhalten. Zu gleicher Zeit dient er zur Verbrennung

der Kohle in dem Roheisen und zur Oxydation der Metalle, mit denen er in Berührung kommt. Die Kunst des Frischers besteht grossentheils darin, soviel, als möglich, diese Wirkung in Beziehung auf das Eisen zu vermindern.

Das Volum und der Druck des einströmenden Windes sind nach der Beschaffenheit des Roheisens, nach dem Feuerbau, nach der Menge und der Art der angewendeten Kohle, endlich nach den verschiedenen Perioden eines und desselben Processes verschieden. Bei übrigens gleichen Umständen giebt man um so mehr Wind, je schwerer das Roheisen zum Entkohlen, oder je mehr es zum Rohgange geneigt ist, und je mehr man den Frischprocess beschleunigen will. Im Durchschnitte verbrennt man 50 — 60 Kilogrammen (100 — 130 Pfund) Holzkohlen in der Stunde, und führt ohngefähr 3,00 Cubikmeter (100 — 120 Cubikfuss) Wind (bei 0 des atmosphärischen Drucks) in der Minute ein, welches Quantum jedoch kaum hinreichend ist, um alle Kohle in Kohlenoxyd zu verwandeln. Während der Periode des Frischens, welche am Meisten Wind erfordert, erhebt sich das eingeströmte Volum 4,5 bis 5 Cubikmeter (140 bis 160 Cubikfuss). Der Druck beträgt bei gut betriebenen Frischfeuern gewöhnlich 0,035 — 0,04 Meter Quecksilber; da, wo man noch die alten Blasebälge anwendet, ist aber der Druck weit geringer.

Hölzerne Kastengebläse erfordern eine Triebkraft von etwa 2 Pferdekräften für das Feuer; gut eingerichtete eiserne Cylindergebläse aber die Hälfte weniger, d. h. 1 Pferdekraft auf das Feuer *).

Von den Frischfeuern.

Allgemeine Einrichtung. — Frischfeuer nennt man im Allgemeinen ein Hüttengebäude, in welchem sich ein oder mehrere Frischheerde mit den Gebläsen und ein Hammer- oder Walzwerk befinden. Der Frischheerd ist ein gewöhnlicher, etwa 6 Fuss im Lichten langer und 3 Fuss breiter Heerd, welcher unter einer auf Gewölben, oder besser auf Säulen, ruhenden Esse steht und sich 12 oder 15 Zoll über die Hüttensohle erhebt. Der Heerd ist mit eisernen Platten belegt und hat in der Ecke, welche seine vordere lange Seite mit der einen kurzen bildet, eine Oeffnung, oder den zum Verfrischen des Roheisens bestimmten Raum, in welchen das sogenannte Feuer eingebaut wird. Der übrige, mit Platten belegte Raum des Heerdes dient zum Aufbringen des Roheisens und um Raum zur Arbeit mit den Brechstangen zu gewinnen. Die vordere Seite des Heerdes bleibt so weit, als die eigentliche Feuergrube reicht, offen, und wird erst bei'm Einbauen des Feuers geschlossen.

Das Gebläse kann, wenn es gross genug ist, für mehrere Frischfeuer dienen, alsdann erhält jedes Feuer eine besondere Windleitung mit Windsperrungskasten.

Man stellt die Frischfeuer entweder jedes unter eine grosse, weite Esse, und es ist diess bei den ältern Frischfeuern die allgemeine Einrichtung. Da aber diese Essen nur zur Ableitung der aus denselben sich erhebenden glühenden Gase, Funken und Dämpfe, und nicht zur Beförderung des Luftzuges dienen, so legt man neuerlich auch zwei Feuer an eine gemeinschaftliche Esse und verbindet sie mit derselben durch einen gemeinschaftlichen Essenmantel.

*) Wenn wir von dem Verfrischen der verschiedenen Roheisensorten reden, so werden wir auf die Windführung zurückkommen und über diesen Gegenstand alle erforderlichen Erläuterungen geben.

Neuerlich hat man die aus dem Frischheerde entweichenden glühenden Gasarten nicht allein zur Erhitzung der Gebläseluft, sondern auch dadurch benutzt, dass man die Flamme, ehe sie durch die Esse abgeführt wird, in abgeschlossene Räume leitet, welche dadurch erhitzt und dann gewöhnlich zur Vorbereitung des zu verfrischenden Roheisens, oder zum Glühen des auszureckenden Stabeisens angewendet werden.

Das Feuer oder die Feuergrube, oder der eigentliche Heerd, wird im Allgemeinen aus gusseisernen Platten zusammengesetzt, die einen viereckigen Kasten bilden. Es gehören dazu eine Bodenplatte (der Frischboden oder Boden) und drei oder vier Seitenplatten (Zacken, Frischzacken), jenachdem die vordere Seite des Feuers mit einer besondern Platte, dem Schlackenzacken, eingeschlossen wird, oder die Vorheerdplatte, welche die ganze vordere Seite des Frischfeuers begränzt, zugleich auch zur Begränzung der vordern Seite des Feuers dient. In manchen Gegenden, z. B. am Harz, ist die Vorderseite des Feuers frei und wird mit Kohlenlösche geschlossen.

Die Seitenplatten stehen auf der hohen Kante gegeneinander. Der Vorheerdplatte des Frischfeuers, oder auch dem Schlackenzacken gegenüber, wird der Heerd durch den Hinter- oder Aschenzacken begränzt. Man lässt diesen Zacken gewöhnlich über den Rand des Feuers hervorragen, theils um die durch die Flamme in den Funkenfang getriebene Asche, Sand etc. zurückzuhalten und zu verhindern, dass sie nicht in den Heerd zurückfallen, theils um die Kohlen und die in die Höhe gehobenen grösseren und kleineren Eisenbrocken zusammenzuhalten, damit sie sich nicht ausser dem eigentlichen Feuerraume zerstreuen. Zu beiden Seiten des Vorheerdes geschieht die Begränzung des Feuers durch den Formzacken und den demselben gegenüberstehenden Gichtzacken.

Ist ein besonderer Schlackenzacken vorhanden, so muss derselbe mit einem Ausschnitte, dem Schlackenloch (deren auch mehrere vorhanden seyn können), versehen seyn; vertritt dagegen die Vorheerdplatte zugleich die Stelle des Schlackenzackens, so ist der Ausschnitt, welcher mit Kohlenlösche verschlossen wird, in der Vorheerdplatte angebracht. Ueber der letztern liegt eine andere gusseiserne Platte, die Schlackenplatte, welche 8 bis 10 Zoll breit ist, und die als Widerlage für die Brechstange bei der Arbeit im Heerde dient.

Zum Abkühlen des Feuers befindet sich unter dem Frischboden gewöhnlich eine ausgemauerte Oeffnung, das Tümpelloch, welche mit einer gusseisernen Röhre oder sonst mit einem Wassercanale in Verbindung steht. Sobald durch lange anhaltende ununterbrochene Frischarbeit die Zacken und der Boden glühend werden, müssen sie durch Wasser, welches in das Tümpelloch geleitet wird, abgekühlt werden. Das Abkühlen ist nothwendig, damit das gefrischte Eisen nicht an den Zacken hängen bleibt; es wird indess immer nur nach dem Frischen, wenn der Heerd ziemlich leer und der Hitzgrad am Schwächsten ist, vorgenommen. Eine feuchte Lage des Heerdes muss ganz vermieden werden, weil die Zacken dadurch zu kalt bleiben, wodurch der Frischprocess bedeutend verzögert und der Kohlenverbrauch vergrössert wird.

Unter Länge des Feuers versteht man die Entfernung von der Vorderseite, von dem Schlackenzacken nach dem Hinterzacken, und unter Breite die Entfernung von Vorn bis zum Gichtzacken. Bei'm Einbauen des Feuers werden zuerst der Form- und der Gichtzacken aufgestellt, und zwischen ihnen der Hinterzacken festgekeilt, dann wird der Boden auf weichen Lehm eingelegt. Ist die Bodenplatte kleiner, als der von den Zacken begränzte Raum, so hat man nur darauf zu sehen, dass er in die von dem

Form- und Hinterzacken gebildete Ecke genau eingepasst werde; denn die leeren Räume zwischen der Bodenplatte und der Vorderseite können füglich mit Lehm ausgeschmiert und mit einer Schiene Stabeisen oder mit schmalen Gussstücken ausgefüllt werden. Eine sehr gewöhnliche Länge des Heerdes ist 32 Zoll und die Breite 24 bis 26 Zoll. Jedoch kommt es auf diese Dimensionen so genau nicht an, weil der eigentliche Feuerraum doch mit Kohlenlösche ausgefüllt wird. Wichtiger dagegen sind die Stellung und die Lage der Zacken und des Bodens, sowie die Entfernung des letztern von der Form. Der Gicht- und der Hinterzacken stehen selten senkrecht, sondern neigen sich gewöhnlich aus dem Heerde, weil das Ausbrechen des gefrischten Eisens dadurch erleichtert wird. Dagegen neigt sich der Formzacken gewöhnlich in den Heerd, weil dadurch theils das starke Erhitzen desselben verhütet wird, theils der Form eine bessere Lage gegeben werden kann. Durch das Ueberhängen dieses Zackens in den Heerd lässt es sich übrigens bewirken, dass die Form etwas zurückgelegt werden kann, oder dass sie nicht zu lang über den Formzacken in den Heerd hineinragen darf, als es bei einer senkrechten Stellung des Zackens nöthig seyn würde, wodurch sich das Verrücken der Form bei'm Ausbrechen des gefrischten Eisenklumpens leichter vermeiden lässt. Der Frischboden liegt mehrentheils ganz horizontal, nur bei sehr roh schmelzendem Roheisen wird er zuweilen bei dem Gichtzacken bis zu 1 Zoll höher gelegt, als bei dem Formzacken. Bei sehr garschmelzigem Roheisen den Rohgang durch eine tiefere Lage des Bodens bei dem Gichtzacken zu befördern, ist nicht zu empfehlen, weil das Eisen bei der Gichtseite, wo es ohnehin immer am Wenigsten gut ausfällt, noch um so schlechter werden würde.

Die Lage und Richtung der Form ist besonders zu berücksichtigen. Sobald sie die angewiesene Lage erhalten hat, muss man sie durch Verkeilen möglichst befestigen, damit sie nicht verrückt werde, welches bei der vielen Arbeit im Heerde mit Brechstangen leicht geschehen könnte. Die Formen bestehen gewöhnlich aus Kupfer, und es sind diess auch unstreitig die besten, indem sich bei solchen die Formmündungen über dem Formeisen nach Umständen leicht erweitern oder verengern lassen. Garschmelzendes Roheisen verlangt engere Düsen und Formen, als rohschmelzendes. Je weiter die Form vom Hinterzacken entfernt, oder je näher sie der Vorderseite ist, desto roher pflegt es unter übrigens gleichen Umständen zu gehen. Im entgegengesetzten Falle tritt ein grösserer Gargang ein. Eine sehr gewöhnliche Entfernung der Form vom Hinterzacken ist 9 Zoll. Ist die Richtung der Form nicht dem Hinterzacken parallel, sondern demselben zugewendet, so tritt ein grösserer Gargang ein, und wenn sie umgekehrt nach dem Vorheerde gerichtet ist, so findet unter gleichen Umständen ein roherer Gang im Feuer statt. Wie weit die Form in den Heerd hineinragt, ist an sich sehr gleichgültig, weil das einzuschmelzende Roheisen nach Belieben der Form näher gerückt, oder weiter von ihr entfernt werden kann; allein das weitere Vorragen der Form bewirkt, dass sich der Schmelzpunct weiter vom Formzacken entfernt, und dass dieser weniger stark erhitzt wird. Desshalb lässt man die Form gewöhnlich 3 bis $3\frac{1}{2}$ Zoll in den Heerd hineinragen. Besonders wichtig ist aber die Bestimmung der Neigung der Form oder des Winkels, den sie mit dem Horizonte machen soll, das sogenannte S t e c h e n d e r F o r m, weil dadurch das Haupteinfallen des Windstromes in den Heerd bestimmt wird. Um die Form genau nach der vorgeschriebenen Neigung einzusetzen, ist es am Zweckmässigsten, sich der Formwaage oder des Gradbogens zu bedienen; weit unzweckmässiger ist es, sich, wie es aber gewöhnlich geschieht, mit dem blossen

Messen mit einem Maassstabe zu begnügen. Es geschieht diess auf die Weise, dass die Tiefe des Feuers, d. h., die Entfernung vom Boden bis zum obern Rande des Formzackens, nach Zollen und Linien gemessen und der einzusetzenden Form dann eine solche Neigung gegeben wird, dass ihre Entfernung vom Boden bis zur obern Fläche des Formblattes soviel Theile eines Zolles, als nöthig zu seyn scheinen, geringer wird, wie die Tiefe des Feuers. Es ist diese Bestimmung sehr unzuverlässig, weil dabei auch in Betracht gezogen werden muss, wie weit die Form in den Heerd hineinragt, und ob das Formblatt eine ganz söhlige Ebene bildet, wenn die Form auf einer horizontalen Fläche liegt. Die Veränderungen der Neigungswinkel der Formen gewähren das vorzüglichste Mittel, den Gar- oder den Rohgang im Heerde au bestimmen. Je stärker die Form gegen den Horizont geneigt ist, desto hitziger (roher) wird das Roheisen eingeschmolzen werden können, aber desto mehr wird der Gargang nach erfolgtem Einschmelzen befördert. Bei einer söhligen Richtung, oder bei einer geringen Neigung der Form verhält es sich umgekehrt.

Zuweilen giebt man den Formen ein Obermaul, ein Untermaul oder ein Hintermaul, d. h., man feilt einer oder zweien von den Lippen etwas weg, um eine hervorstehen zu lassen. Ein Obermaul wendet man bei schlechten, zu leicht verbrennlichen Kohlen an, um den Wind auf das eingeschmolzene Eisen zu leiten, wodurch aber Zeit verloren wird. Ein Untermaul ist nothwendig, wenn das Eisen nicht schnell genug einschmelzen will, wesshalb der Wind auf dasselbe gerichtet wird, wodurch viel Kohlen verbrannt werden und schlechteres Eisen erfolgt. Ein Hintermaul wird der Form gegeben, wenn es im Heerde zu gar geht; allein es wird dadurch ein zu roher Gang herbeigeführt.

Unter Tiefe des Feuers versteht man immer die Entfernung des Bodens von dem obern Rande des Formzackens. Soll ein Feuer bei'm Umbau tiefer oder flacher gemacht werden, so geschieht diess durch Höher- oder Tieferlegen des Bodens. Je tiefer das Feuer ist, desto kälter oder roher geht die Arbeit, wogegen ein flacheres Feuer einen grösseren Gargang bewirkt. Das strengflüssige graue Roheisen mit geringem Kohlegehalte würde also in einem sehr flachen Heerde verfrischt werden müssen; indess ist man genöthigt, bei diesem Roheisen den Gargang nicht zu sehr zu befördern und daher ein tieferes Feuer anzuwenden, als bei dem leichtflüssigen grauen Roheisen und bei dem Spiegeleisen, oder überhaupt bei dem weissen Roheisen von garem Gange aus leichtflüssigen Beschickungen. Alles zum Kalt- oder Rothbruche geneigte Eisen verträgt ebensowenig einen zu flachen, als einen zu tiefen Feuerbau. Ist es garschmelzend, so sollte der Heerd nie tiefer, als 9 Zoll, seyn; ist es rohschmelzend, so würde die Tiefe $7\frac{1}{2}$, auch wohl 8 Zoll betragen müssen, wenn es bei sehr strengflüssigen Beschickungen in engen und hohen Obergestellen erblasen worden ist.

Die Tiefe des Feuers und die Neigung der Form, oder die Richtung des Hauptwindstromes, stehen immer in einem unabhängigen Verhältnisse zueinander. Ein flaches Feuer (von 7 Zoll) und ein flacher oder wenig geneigter Wind würde ein sehr rohschmelzendes graues oder weisses, bei leichtflüssigen Beschickungen erblasenes Roheisen voraussetzen. Zu einem $7\frac{3}{4}$ bis 8 Zoll tiefen Feuer und sehr geneigtem Winde gehört ein rohschmelzendes Roheisen von strengflüssigen Beschickungen, wobei der Gargang des flachen Feuers durch die Neigung der Form (für die Periode des Einschmelzens der aufgebrochenen und halbgefrischten Eisenmassen) wieder aufgehoben und in einen minder garen Gang umgeändert wird. Ein tiefes (aber doch höchstens $9\frac{1}{2}$ Zoll

tiefes) Feuer und eine geringe Neigung des Windstroms würden zu einem gutartigen garschmelzenden Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen erfordert werden. Ein tiefes Feuer (ebenfalls von 9 Zoll) und sehr geneigter Wind sind zu einem nicht fehlerlosen, garschmelzenden Roheisen erforderlich. Auf diesem Feuerbaue lässt sich auch das mehrste halbirte Roheisen verfrischen.

Die Beschaffenheit der Kohlen ist bei dem Feuerbaue ebenfalls zu berücksichtigen, indem harte Kohlen mehr Hitze entwickeln, als weiche. Bei harten Kohlen schmilzt das Roheisen daher roher ein, weshalb man den Feuerbau bei harten Kohlen mehr auf den Gargang einrichten muss, als wenn weiche Kohlen angewendet werden.

Frischfeuer verschiedener Art, aber von gewöhnlicher Einrichtung, sind auf den Tafeln 2 u. ff. des 2. Bandes beschrieben, wesshalb wir solche hier unberücksichtigt lassen; auf mehrere neuere Einrichtungen, besonders von bedeckten Frischfeuern, kommen wir weiter unten zurück.

Von der Frischarbeit bei der deutschen Frischmethode.

Wir bemerkten schon weiter oben, dass die deutsche Frischmethode, zu der auch die hochburgundische, namentlich in Belgien und in dem grössten Theile von Frankreich angewendete gerechnet werden kann, die wesentlichste von allen sey, wesshalb wir sie hier zuvörderst um so näher betrachten wollen, wie sie in Nord- und Mitteldeutschland betrieben wird.

Der eigentliche Character der deutschen Frischschmiede ist folgender: Sie bereitet das zu verarbeitende Roheisen durch Behandlung mit garenden Zuschlägen vor, versetzt es dadurch in den Zustand des Roheisens mit geringem Kohlegehalt und vollendet die Frischarbeit oder die Abscheidung der Kohle dadurch, dass sie das vorbereitete Roheisen in einem stark erhitzten Luftstrome zwischen Kohlen cementirt. Die gare Schlacke leitet bei dieser Frischmethode den Process nur ein, vollendet ihn aber nicht.

Die Werkzeuge oder Gezähe, deren sich der Frischer bei'm Verfrischen bedient, bestehen aus folgenden Stücken:

1) Die Brechstangen (Spiesse, Spette), worunter:

a) eine grosse, von 30 bis 40 Pfund Schwere und 7½ Fuss Länge, die dem Frischer durch ihr Gewicht das Aufbrechen erleichtert;

b) eine Mittelbrechstange, womit kleinere Stücke, auch der Schwahl, aufgebrochen und an ihren gehörigen Ort gebracht werden;

c) ein Schlackenspett oder Handspett zum Ablassen der Schlacke und zum Untersuchen des eingeschmolzenen Eisens, 14 — 18 Pfund schwer, und am untern Ende rund und spitz.

2) Einige Anlaufstangen mit hölzernen Handgriffen, damit sie der Frischer, wenn sie zu kurz geworden sind, besser angreifen könne.

3) Eine Kohlen- und eine Heerdschaufel, erstere sehr leicht und gross. Letztere dient zum Zerschlagen der Kohlen, und um die aus dem Feuer gesprungenen Stücke wieder hineinzuscharren; auch wird sie zum Auftragen der Hammerschlacke etc. angewendet etc.

4) Ein sogenannter Hobel, eine dicke, runde Schaufel, die bei'm Luppenmachen

gebraucht wird. Jedoch wird er nur hin und wieder angewendet, da gewöhnlich die Heerdschaufel statt seiner angewendet wird.

5) Der Formhaken oder Formstörer, welcher zum Reinigen der Form dient.

6) Ein oder zwei Luppen- oder Deulhaken, mit denen die Luppen aus dem Feuer gezogen werden.

7) Ein Handhammer und ein Schlägel.

Practisches Verfahren bei dem Frischprocesse. — Der ganze Verfrischungsprocess zerfällt in zwei Hauptabtheilungen, von denen die erste das Einschmelzen des zu verfrischenden Roheisens, und die zweite das eigentliche Frischen des eingeschmolzenen Eisens in sich begreift, wobei jedoch zu bemerken ist, dass während des Einschmelzens des Roheisens die Schirbel, Kolben oder Luppenstücke von der vorigen Luppe gewärmt und ausgeschmiedet werden.

Das zu verfrischende Roheisen wendet die deutsche Frischschmiede in der Gestalt von parallelepipedischen Platten von 9 — 10 Zoll Breite, $1\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll Dicke und von 6 — 8 Fuss Länge an. Diese Platten (Gänge, Stücke) werden der Form gegenüber auf den Gichtzacken gelegt und derselben in demselben Verhältnisse, als sie wegschmelzen, wieder näher gerückt. Rohschmelzendes Roheisen wird der Form etwa bis auf 6 Zoll, und garschmelzendes bis auf 8 Zoll genähert. Bruchstücke, d. h. Roheisen von unbestimmter Gestalt, und in grössern und kleinern Stücken, legt man von Vorn auf die Gans und lässt es auf diese Weise mit einschmelzen. Bei gargehendem Roheisen bringt man auch wohl etwas Brucheisen, mit Zusatz von Garschlacke, unmittelbar in den Heerd. Diese sowohl, als andere gare Zuschläge, werden gleich bei'm Einschmelzen immer in den Heerd gebracht, oder sind vielmehr von der vorigen Arbeit noch in dem Heerde enthalten.

Der Zustand, in welchem sich das Eisen nach dem Niederschmelzen im Heerde befindet, bestimmt die Menge der anzuwendenden garen Zuschläge. Lässt sich das Eisen mit einem Spiesse sehr flüssig anfühlen, so dass sich sogar der Boden durch das Gefühl deutlich bemerken lässt, so geht es zu roh. Einem solchen Gange hilft man dadurch ab, dass man das Eisen mit einer grossen Brechstange bei'm Gichtzacken etwas in die Höhe hebt und dort allenfalls neue Mengen von garenden Zuschlägen in den Heerd bringt und das Aufbrechen wiederholt. Fühlt sich das Eisen wie ein weicher Teig an, durch den der Frischboden mittelst des Spiesses kaum erreicht werden kann, so ist diess ein Zeichen von einem guten Gange; kann man aber mit dem Spiesse gar nicht durchkommen, sondern lässt sich das eingeschmolzene Roheisen sehr hart anfühlen, so ist der Gang zu gar, und man setzt dann etwas Roheisen unmittelbar in den Heerd.

Ehe die Einschmelzarbeit anfängt, muss das Feuer bei'm Vorheerde mit Kohlenlösche ausgefüttert und diese mit Wasser angefeuchtet werden, damit sie vom Winde nicht fortgetrieben werde. Befindet sich im Heerde nicht eine hinlängliche Menge Kohlenlösche von der vorhergegangenen Arbeit, so muss auch in den Heerd Kohlenlösche gebracht und dieser überhaupt durch kleine Kohlen begränzt werden.

Das erste Niederschmelzen des Roheisens betrachtet die deutsche Frischmethode, wie wir schon bemerkten, als eine Vorbereitungsarbeit, indem das Eisen dadurch in einen solchen Zustand versetzt wird, dass es nach dem Aufbrechen lange über und vor dem Winde verweilt, ohne wieder in flüssigem Zustande niederzuschmelzen; aber auch nicht zu lange, damit es nicht nach dem ersten Aufbrechen im garen Zustande in den

Heerd gelange. Schwefel, Phosphor und Silicium würden dann nicht vollständig abgeschieden werden können, übrigens ein Hinderniss, welches man bei gutartigem Roheisen gar nicht zu berücksichtigen braucht, und daher auch den Frischprocess ansehnlich beschleunigen kann.

Ist alles zu einem Frischstücke bestimmte Roheisen ($2\frac{1}{2}$ — 3 Centner) in dem erwähnten Zustande niedergeschmolzen, so nimmt das eigentliche Frischen seinen Anfang. Das Eisen befindet sich dann in dem Zustande, dass es mit atmosphärischer Luft aus dem Gebläse cementirt werden kann. Die Berührung mit Kohle verhindert dabei zugleich die Verschlackung des Eisens und veranlasst, dass die Wirkung des Sauerstoffs vorzüglich nur auf den Kohlegehalt des Eisens gerichtet ist. Während der Einschmelzperiode bildet sich aber eine sehr flüssige Schlacke im Heerde, die Rohschlacke, von der wir schon weiter oben redeten. Sie wirkt nicht auf den Kohlegehalt des Eisens, sondern verzögert im Gegentheile, wenn sie zu sehr anwächst, die Entkohlung. Sie muss daher durch das Schlackenloch abgelassen werden, jedoch nicht zu tief, weil das Eisen sonst zu sehr dem Windstrome ausgesetzt wird.

Der eigentliche Frischprocess zerfällt in das R o h a u f b r e c h e n des eingeschmolzenen und in das G a r a u f b r e c h e n des halbgaren Eisens. Sobald nämlich das Einschmelzen aufgehört hat, räumt der Frischer bei ununterbrochenem Gange des Gebläses die Lösche von vorher gänzlich weg, wirft den zum Ausschmieden der Stäbe an der Schlackenplatte mit einem Haken befestigten Schmiedeklotz aus dem Heerde und entblösst das eingeschmolzene Eisen, nachdem die Schlacke vorher gehörig abgelassen worden ist, von Kohlen, dann stösst er den sich im Schlackenloche befindlichen Schwahl, der mit dem ungefrischten Eisen in Verbindung steht, ferner den zwischen dem Gichtzacken und dem eingeschmolzenen Eisen befindlichen Schwahl, vermittelst einer grossen Brechstange ab und schreitet zum Rohaufbrechen.

Zu dem Ende stösst er die grosse Brechstange bei dem Gichtzacken auf den Boden nieder, sucht die eingeschmolzene Masse durch verschiedene Bewegungen der Brechstange, welche er dadurch bewirkt, dass er sich mehrmals mit dem Körper auf dieselbe wirft, in die Höhe zu heben und, wenn diess geschehen ist, die Eisenmasse dadurch noch mehr zu lüften, dass er die Brechstange in der Ecke, wo sich vorher Platte und Formzacken vereinigen, gegen die eingeschmolzene Masse setzt und die Brechstange dann in dieser diagonalen Richtung unter die Eisenmasse zu bringen sucht. Dadurch wird das Eisen vom Formzacken losgebrochen und mehr nach dem Gichtzacken gerückt, um der Form nicht zu sehr nahe zu kommen, aber auch zugleich in die Höhe gehoben und überall frei gemacht, so dass man es nach Belieben kehren und wenden kann, wie man will.

Das weitere Verfahren richtet sich gänzlich nach der Beschaffenheit des eingeschmolzenen Eisens, und es lassen sich dabei die drei Fälle annehmen, ob das Eisen zu gar, zu roh oder gehörig gar eingeschmolzen worden war.

War das Roheisen zu gar in den Heerd gekommen, so bildet es bei'm Aufbrechen nur einen einzigen Klump. Es geschieht diess zwar auch oft, wenn das Eisen roh eingeschmolzen worden ist und es der Frischer vor dem Aufbrechen erkalten lässt; allein es ist diess ein schlechtes Mittel, weil es andere zur Erleichterung des Aufbrechens giebt. Der Frischer fährt daher mit der Brechstange bei dem Gichtzacken unter das eingeschmolzene Eisen und kehrt die ganze zusammenhängende Masse um, indem er sie erst bei'm Gichtzacken in die Höhe hebt, sie dann von der Ecke des Formzak-

kens und Vorheerdes mit der Brechstange nach dem Gichtzapfen schiebt, so dass die vorhin oben befindliche Seite der Masse der Form zugekehrt ist, lässt dann eine Schwinge oder ein Füllfass voll Kohlen in den Heerd bringen und kehrt die Masse so darauf um, dass die Seite der Eisenmasse, welche vorhin oben war, jetzt auf die Kohlen zu liegen kommt, und die der Form vorhin zugewandte Seite jetzt bei'm Gichtzacken liegt. Hierbei hat freilich der Frischer eine leichte Arbeit, weil er nur dahin zu sehen braucht, das Eisen über den Kohlen zu erhalten, und das Feuer darunter anzufachen, bis das erstere so gar ist, dass es völlig runtergeschmolzen werden kann; allein er verliert an Zeit, Kohlen und Eisen. Unter diesen Umständen muss das Gebläse langsam gehen, das Eisen muss mit Kohlen bedeckt seyn, um die äussere Luft abzuhalten, welche das Garen beschleunigen, die Abscheidung der fremdartigen Materien verhindern und das Eisen abkühlen würde. Sind die unter dem Eisen befindlichen Kohlen verbrannt, so kann sie der Frischer durch die auf der Masse liegenden, glühenden, ersetzen, um jede Abkühlung, welche durch frische Kohlen veranlasst werden würde, zu vermeiden. Durch das zu frühe Garen würde man zwar eine zusammenhängende Luppe erhalten, allein das erzeugte Eisen würde schlecht und unganz ausfallen und sich nicht ausschmieden lassen. Ein langsames Gebläse und häufiges Bedecken des Eisens mit Kohlen sind die einzigen Mittel, um das zu gare Eingehen des Eisens zu verhindern. Die sich hierbei im Heerde sammelnde Schlacke wird abgelassen, jedoch, wie schon bemerkt, nicht ganz.

Wenn das eingeschmolzene Roheisen noch sehr roh ist, wie es gewöhnlich der Fall bei der ersten Luppe in der Woche, weil sich dann das Feuer abgekühlt hat, so sammelt sich die rohe Schlacke oft in so grosser Menge, dass man sie vor dem Rohaufbrechen gänzlich ablassen muss, es findet dann ein, dem vorigen entgegengesetztes, Verfahren statt; die Eisenmasse theilt sich nämlich bei'm Aufbrechen in mehrere kleine Stücke, die oft nur die Grösse eines Hühnereies, oder höchstens einer Faust, haben. Alsdann werden zuvörderst die bei der Gicht befindlichen Eisenmassen mit der Brechstange in die Höhe gehoben und gänzlich aus dem Heerde geschafft; darauf wird mit der Brechstange weiter in den Heerd gerückt, in der Mitte aufgebrochen, und es werden auch die dort befindlichen Eisenmassen aus dem Heerde gebracht. Endlich nähert sich der Frischer der Formseite, wo das Eisen am Garsten geworden ist; er bricht auch hier auf und bringt das aufgebrochene Eisen aus dem Heerde, der auf diese Weise gänzlich gereinigt ist. Es wird nun eine Schwinge voll Kohlen in das Feuer gestürzt und diejenige Eisenmasse, welche vorher bei der Gicht aufgebrochen worden war, nach der Formseite gebracht, und umgekehrt, das vorhin bei der Form befindlich gewesene Eisen, welches schon garer ist, als das erstere, nach der Gichtseite geschafft. Ist ein Stück sehr gar, so wird es ganz aus dem Winde über die Form gelegt, um es erst bei'm zweiten Rohaufbrechen, oder, wenn diess nicht nöthig seyn sollte, bei'm Garaufbrechen mit durchgehen zu lassen.

Wenn auf diese Weise alles Eisen in die Höhe gehoben und auf Kohlen gesetzt ist, so werden einige Schaufeln voll garer Schlacken oder Schwahl bei der Gichtseite in das Feuer geworfen, jedoch nicht zuviel davon, weil das Eisen sonst zu gar werden, und ehe es niederschmilzt, sich zu einem Klumpe vereinigen würde. Darauf lässt man das Gebläse langsam gehen, damit sich die Theile miteinander vereinigen, welches man durch Arbeiten mit der Mittelbrechstange, mit dem Hebel oder der Heerdschaufel zu befördern sucht, damit keine Zwischenräume bleiben, durch welche der

Wind durchbrechen könnte. Jedoch dürfen die Lücken nicht mit Kohlen ausgefüllt werden, indem man dadurch den Rohgang noch mehr befördern würde. Vereinigen sich die einzelnen, fortwährend in den Schmelzraum gebrachten Stücke grösstentheils zu einem Klumpen, so muss mehr Wind in den Heerd gelassen werden, indem das nun schon garer gewordene Eisen eine stärkere Hitze erfordert, um die zur Entfernung der Kohle durch das sich bildende Eisenoxydul nöthige Temperatur zu behalten. Dem Winde lässt man dann bei der Gichtseite eine Oeffnung, durch welche die sich bildende flüssige und rohe Schlacke oft in sehr starken Strömen, als rothe und blaue, schnell erkaltende Sternchen, weggetrieben wird. Entsteht nicht zuviel Schlacke, so ist diess Mittel zu ihrer Fortschaffung hinreichend, da ihr Ablassen stets mit Eisenverlust verbunden ist. Es leuchtet ein, dass bei diesem Verfahren nicht allein ein grosser Zeitverlust, sondern auch ein bedeutender Kohlenverbrauch stattfindet, obgleich dadurch gutes Eisen dargestellt werden kann.

Am Besten ist es immer, wenn das Eisen gehörig gar eingeschmolzen werden kann. Es wird dann bei'm Aufbrechen in drei oder vier Theile zertheilt, die von der Gebläseluft gehörig durchgewirkt und in der kürzesten Zeit auf die vortheilhafteste Weise gar gemacht werden können. Zu dem Ende wird zuerst bei'm Gichtzacken aufgebrochen und die aufgebrochene Masse hinter demselben auf den Heerd gelegt; dann wird auch in der Mitte und endlich bei'm Formzacken durchgebrochen, auch dieses Eisen aus dem Heerde geschoben und eine Schwinge voll Kohlen eingeschüttet. Die Stücke, die vor der Form lagen, haben schon eine ziemliche Gare erhalten, wesshalb sie über die Form gelegt werden, um dem Winde ferner nicht ausgesetzt zu seyn. Dagegen werden die am Gichtzacken liegenden, noch rohern Stücke vor die Form gebracht, damit sie eben so gar, als die andern, werden können. Darauf giebt man mehr Wind und bringt, wenn es noch etwas roh geht, eine Schaufel voll Hammerschlag in den Heerd. Die Schlacke muss nicht abgelassen, sondern auf die vorhin erwähnte Weise durch den Wind aus dem Heerde getrieben werden. Die Zwischenräume müssen, ausser denen, durch welche der Schlackenstrom getrieben wird, durch Kohlen verstopft werden, welches besonders dann sehr zweckmässig ist, wenn das Eisen einen mehr garen, als rohen, Gang annehmen soll, um damit die Bildung des Eisenoxyduls mehr zu verhindern. Ist aber das letztere der Fall, so dürfen nicht zuviel Kohlen an das Eisen gebracht werden, weil sonst ein zu grosser Kohlenaufwand und ein zu langsames Garen des Eisens veranlasst werden würden. Bei einem so günstigen Gange der Arbeit werden Kohlen und Zeit zum Ausschmieden gewonnen, und es kann ein sehr gutes Stabeisen geliefert werden. — Zur Kohlenersparung umgiebt man den Vorheerd mit Lösche, die man stets feucht erhält, um den Ausgang des Windes zu hemmen, und diess geschieht auch bei'm Einschmelzen des Roheisens.

Ist das im Heerde befindliche Eisen noch roh, so wird zum zweiten Male roh aufgebrochen, wobei jedoch die Arbeit leichter, als bei'm ersten Rohaufbrechen, ist, indem sich das Eisen nur in zwei oder drei Theile theilt, die man auf die eben beschriebene Weise behandelt. Bei einem sehr rohen Gange ist zuweilen ein drittes Rohaufbrechen erforderlich, wobei das Eisen, wie vorhin, auf Kohlen gesetzt und niedergeschmolzen wird. Bei einem solchen Arbeitsgange gehen aber viel Zeit und viel Kohlen verloren, wogegen der Eisenabgang durch den steten Zuschlag von Gare und Schwahl ziemlich vermieden wird. Ein viertes Rohaufbrechen ist ein Beweis von einem unrichtigen Feuerbaue, oder von einer fehlerhaften Arbeit.

Hin und wieder lässt man das Roheisen ganz roh eingehen, so dass es sich gar

nicht roh aufbrechen lässt, wenn man es nicht vorher abgekühlt hat, welchen Zweck man dadurch erreicht, dass man es unmittelbar dem Windstrome aussetzt. Man nennt dieses Verfahren die Kaltfrischmethode, zum Gegensatze von dem Warmfrischen, womit man das gewöhnliche Verfahren bei der deutschen Frischarbeit bezeichnet. Es besteht dieses Kaltfrischen darin, den Wind sogleich gänzlich abzusperren, sobald die Gans aus dem Heerde gerückt ist und Lösche und Kohle davon abgeräumt sind. Darauf wird das Erstarren des Eisens durch Begiessen mit Wasser befördert, worauf man es 10 — 30 Minuten lang im Heerde stehen lässt und mit der Heerdschaufel die stets darauf erstarrende Schlacke so lange wegnimmt, bis sich keine mehr zeigt. Ist nun das Eisen so erstarrt, dass es meist nur einen einzigen Klumpen bildet, so wird roh aufgebrochen und dabei ebenso, als bei dem garschmelzenden Eisen, verfahren, jedoch ist diess Verfahren wegen des Zeit- und Eisenverlustes und wegen des Kohlenaufwandes, den es veranlasst, sehr nachtheilig. Sehr phosphorhaltiges Roheisen kann jedoch kaum anders, als durch ein sehr rohes Einschmelzen, behandelt werden, weil der grösste Theil des Phosphors bei'm Einschmelzen in Phosphorsäure verwandelt und auf diese Weise fortgeschafft werden muss.

Bei einem guten Betriebe der Frischarbeit muss nur selten mehr, als ein oder zwei mal, roh aufgebrochen werden, indem bei dem rohesten Gange schon bei'm Einschmelzen die vorhin erwähnten Mittel angewendet werden können, um das Eisen nicht so roh in den Heerd gelangen zu lassen. Die Nothwendigkeit des mehrmaligen Aufbrechens erkennt man bei guten, trocknen Kohlen an der Heerdflamme. Eine weisse Flamme zeigt einen guten Gang, bei dem eine Wiederholung des Aufbrechens nicht erforderlich ist, eine bläuliche Flamme dagegen einen rohen Gang, der ein ferneres Rohaufbrechen nöthig macht. Die weiteren erforderlichen Kennzeichen liefert die Beschaffenheit des Eisens. Hat es sich noch nicht zu einem Klumpen im Heerde gebildet, und besitzt es eine röthlichweisse, oder wohl gar eine rothe Farbe, so muss noch einmal roh aufgebrochen werden; hat es sich aber zu einem Klumpen gebildet, und besitzt es eine gelblichweisse Farbe, so ist es nicht weiter nöthig. Wirft der Wind endlich silberweisse Fünkchen aus, die oxydirtes Eisen sind, so ist das der sicherste Beweis, dass ein ferneres Rohaufbrechen stattzufinden braucht.

Es wird nun zum Garaufbrechen geschritten, welches bei einem nicht ganz fehlerlosen Eisen nothwendig ist, mag nun die Beschaffenheit des eingeschmolzenen und halbgaren Eisens seyn, welche sie wolle. Es wird der ganze Eisenklumpen mit der grossen Brechstange gänzlich über die Form in die Höhe gehoben; allein es werden keine frischen Kohlen unter das Eisen gebracht, weil es dadurch zu sehr abgekühlt werden würde, sondern man lässt nicht mehr Kohlen in den Heerd gelangen, als sich bei'm Garaufbrechen schon darin befinden. Bei dem in die Höheheben des Eisens fallen sie von selbst in das Feuer und erzeugen daselbst die jetzt durchaus nothwendige Hitze. Der Wind streicht gänzlich unter dem Eisenklumpen weg, nöthigt ihn nach und nach zum Herunterschmelzen und bläs't gleichsam das Bett, welches er bei'm Niedergehen einnehmen soll. Vorher wird der Boden gereinigt und der dort befindliche Schwahl aufgehoben. Zu dem Ende fährt der Frischer mit der Brechstange zuerst unter die Form, dann längs dem Vorheerde und kreuzweis mit der Vorheerd- und Formzackenecke nach der entgegengesetzten Gicht- und Hinterzackenecke, sowie von der Vorheerd- und Gichtzacken- nach der Hinter- und Vornzackenecke. Findet er, dass sich etwas festgesetzt hat, so stösst er es los und sucht es in die Höhe zu bringen.

Ist alles Eisen in die Höhe gehoben, und sind die schon im Feuer vorhandenen Kohlen darunter gestossen, so wird die Eisenmasse mit frischen Kohlen beschüttet und mit Wasser begossen, um sie länger über der Form zu erhalten, welches besonders bei einem etwas rohen Gange sehr vortheilhaft ist. Da das Eisen gänzlich wieder vor der Form niedergeschmolzen werden soll, so darf es nicht zu gar seyn, besonders bei der Anlaufmethode, indem sonst das Anlaufen sehr schlecht von Statten gehen würde. Der Vorheerd muss mit gehörig feucht zu haltender Lösche belegt werden; das Gebläse muss scharf wechseln, um eine sehr starke Hitze zu erregen (man muss 240—250 Kubikfuss Wind in der Minute geben), die theils das Eisen in einen wallenden und halbflüssigen Zustand versetzen, und theils die völlige Abscheidung der Schlacke bewirken kann.

Das Eisen geräth dabei in eine kochende Bewegung und schmilzt vor der Form in das für die Luppe bestimmte Bett nieder. Die sehr starke Gluth, bei der diess geschieht, und die durch starken Wind unterhalten werden muss, bringt das Eisen in einen fast flüssigen Zustand, der dem Winde die meisten Berührungspuncte darbietet, wesshalb die Abscheidung der Kohle und Schlacke hier auch am Vollkommensten geschehen kann. Das Eisen geht also in einem garen Zustande nieder und wird von der abgeschiedenen Schlacke umgeben. Desshalb darf der Niedergang des Klumpens nicht zu langsam erfolgen, welches aber dann der Fall seyn würde, wenn das aufgebrochene Eisen schon zu gar war, in welchem Falle es gehörig mit Kohlen bedeckt werden muss. Jedoch darf der Klumpen auch nicht zu schnell eingehen, welches bei einer zu rohen Beschaffenheit des Eisens der Fall seyn dürfte, wesshalb man es häufig mit Wasser befeuchten muss. Bei einer garen Beschaffenheit des Eisens kann der Windstrom kaum wirksam seyn, und es muss ein starker Eisenabbrand entstehen, wesshalb man alsdann keinen Anlauf nehmen muss. War das Eisen noch zu roh, so kann es nicht völlig gar in den Heerd gelangen, und der Anlauf ist in diesem Falle nur gezwungen. Ein starker Wind ist in dieser Periode des Frischprocesses unerlässlich. Die den garen Eisenklumpen umgebende Garschlacke lässt man gewöhnlich im Heerde, wo sie den Schwahl bildet, und nur, wenn sie sich zu sehr anhäuft, und wenn sie bei'm Anlaufen hindert, lässt man sie ab.

Ausser einigen weiter unten zu erwähnenden Abänderungen der deutschen Frischschmiede, trennen sich nun auch schon jetzt zwei Methoden, indem entweder die Luppe oder der Deul gemacht und dieser dann aus dem Heerde genommen und ausgeschmiedet wird, oder indem das Anlaufnehmen oder Anlaufenlassen stattfindet, wie, z. B., in Schlesien. Die erstere Methode ist die gewöhnlichere, weil man glaubt, dass durch die zweite dem Eisen der beste Theil entzogen und die zurückbleibende Luppe desto schlechter ausfallen würde. Es lässt sich freilich nicht läugnen, dass das Anlaufeisen immer von ganz vorzüglicher Beschaffenheit ist, und das Deuleisen an Güte übertrifft; jedoch folgt daraus nicht, dass letzteres durch das Anlaufnehmen schlechter geworden wäre. Es folgt auch ferner nicht, dass die Luppe noch vorzüglicher ausgefallen seyn müsste, wenn der Anlauf nicht genommen wäre. Dagegen gewährt die Anlaufmethode folgende Vortheile: 1) der Frischer gewinnt ausserordentlich an Zeit, und es ist folglich die Production grösser; 2) es wird an Kohlen gewonnen, da das nachherige Ausschmieden nicht so lange dauert; 3) es erfolgt dabei ein vorzüglich gutes Stabeisen.

Bemerkt man demnach, dass das Eisen in eine kochende Bewegung geräth, und herunterzuschmelzen anfängt, so fährt man mit der Brechstange unter das Eisen, von der Schlackenplatte bis nach dem Hinterzacken, unter verschiedenen Richtungen, aber immer in der Horizontalebene der Form. Findet man nun bei'm Herausziehen, dass sich eine milchweisse Schale angesetzt hat, welche nur mit Mühe abgeschlagen werden kann, und die aus gutem garen Eisen besteht, so sucht man eine Pfanne, oder eine Höhlung zu bilden, in welche man in der Folge den Anlaufstab ungehindert hineinschieben kann, ohne damit in das niederzuschmelzende Eisen zu gerathen; auch erhält man dadurch den nöthigen Raum zum Umdrehen des Anlaufstabes. Man bildet diese Pfanne bloss mit der Brechstange, und zwar unter dem niederschmelzenden Eisen gerade vor der Form, weil dasselbe hier die stärkste Hitze erhält nnd am Reinsten von der Schlacke geschieden wird.

Ist die Pfanne fertig, so hält der Arbeiter einen Anlaufstab hinein, den er von Zeit zu Zeit umdreht. Hat sich etwas Eisen angesetzt, welches man dadurch erkennt, dass sich der Stab nicht so leicht herumdrehen lässt, so nimmt man ihn aus der Pfanne, kühlt das Eisen in Wasser ab, um es von der Lösche zu befreien, schweisst es unter dem Hammer durch einige Schläge aus, kühlt es wieder ab, um das schnellere Anhäufen des Eisens zu befördern, indem sich dasselbe am kalten Eisen stärker ansetzt, als am glühenden, und wiederholt das Verfahren so oft, bis dass der Anlaufkolben ein Gewicht von 16 bis 20 Pfund erlangt hat. Dieser Kolben wird dann von einem andern Arbeiter nach dem festgesetzten Maass ausgeschmiedet und von dem Anlaufstabe abgehauen. Währenddem hält der Frischer einen zweiten Anlaufstab ein, mit dem er ebenso verfährt, wie mit dem ersten, und nur von Zeit zu Zeit die Pfanne, welche sich leicht verschüttet, auszubessern sucht. Ist auch dieser zweite Anlaufkolben fertig, so wird er ausgeschmiedet, und der Frischer nimmt den ersten, vom Kolben schon abgehauenen Stab von Neuem und hält ihn in die Pfanne. Auf diese Weise wechselt er so lange mit diesen beiden Stäben, bis alles Eisen heruntergeschmolzen ist und das Kochen und Anlaufen aufhört. Die bei diesem Kochen entstehende Schlacke muss fortgeschafft werden, da sie bei'm Anlaufen hinderlich ist; jedoch lässt man sie nicht gern ab, sondern macht ihr lieber durch Aufbrechen bei'm Gichtzacken Raum, um sie dorthin ziehen zu können. Ist sie indessen in zu grosser Menge vorhanden, welches man sehr deutlich durch die Form bemerkt, indem sie alsdann Blasen wirft und in die Höhe steigt, so muss sie zum Theil, aber nie ganz rein abgestochen werden, weil sonst das Eisen ganz entblösst ist und verbrennen würde, welches sich sehr bald durch eine auflodernde Flamme zeigt. Um diesen Nachtheil zu vermeiden, muss man Hammerschlag in den Heerd bringen.

Die Menge des Anlaufes bei jedem Frischen ist sehr verschieden und richtet sich theils nach der Menge des eingeschmolzenen, theils nach der Beschaffenheit des gar aufgebrochenen Eisens, und theils nach der Fähigkeit des Arbeiters. Oft erhält man nur 1, 2 oder 3, zuweilen aber 9—10 Kolben. Es muss bei'm Anlaufnehmen stets ein starker Wind gegeben werden, weil sonst die Arbeit nie mit Vortheil ausgeführt werden kann.

Nie muss man die Anlaufstäbe tief in den Heerd in das schon niedergeschmolzene Eisen halten, indem diess gar kein reiner Anlauf ist. Ebenso wenig darf auch das einmal geschmolzene Eisen nicht wieder in die Höhe gehoben werden, indem dadurch ein grosser Eisenverlust und ein hartes, stahlartiges Eisen herbeigeführt wird.

Nachdem das Anlaufen beendigt ist, vermindert man den Wind und schreitet zum Luppen- oder Deulmachen. Durch den Windstrom sind nämlich einzelne kleine Eisenstückchen fortgetrieben und auf dem Heerde zwischen den kleinen Kohlen zerstreut worden. Man sucht dieselben sorgfältig hervor und bringt sie mit der Heerdschaufel auf die Oberfläche des eingeschmolzenen und von groben Kohlen gänzlich entblössten Eisenklumpens, damit sie sich mit demselben verbinden. Zur Beförderung dieser Verbindung wird allenfalls etwas Hammerschlag bei der Form angesetzt und diese frei gemacht, damit eine gehörige Hitze entstehen könne.

Sind alle Eisentheilchen angeschweisst, so wird der Luppe durch Klopfen und Schlagen mit dem Luppenhaken, der Brechstange, dem Luppenhobel oder der Heerdschaufel, eine so ebene Oberfläche, als möglich, gegeben; sie wird durch Besprengen mit Wasser abgekühlt, und, nachdem der Wind gänzlich abgesperrt worden ist, herausgebrochen.

Vor die Form wird eine Schaufel voll Hammerschlag geschüttet, damit nicht etwas Schlacke in jene laufe; dann wird die Luppe zuerst bei der Form durch einen Arbeiter mit der Brechstange in die Höhe gehoben. Darauf geschieht diess an der Gichtseite ebenfalls, während welcher Zeit sie zwei andere Arbeiter mit dem Luppenhaken fassen und auf die Schlackenplatte ziehen, woselbst der sich überall angesetzte Schwahl ab- und in den Heerd gestossen wird. Nun wird sie von der Schlackenplatte auf die Hüttensohle geworfen, welche gewöhnlich vom Frischheerde bis zum Hammerstocke mit gusseisernen Platten belegt ist, und mit grossen hölzernen Hämmern geklopft, damit sie eine möglichst ebene Oberfläche erhalte. Sobald die Luppe aus dem Feuer gebrochen ist, wird dasselbe wiederum zum fernern Einschmelzen eingerichtet, und die Frischarbeit nimmt von Neuem ihren Anfang.

Die Luppe muss nach dem Herausbrechen eine länglich runde Gestalt haben, welches beweis't, dass der Schmelzraum in der Mitte des Feuers war, dass die Form weder zu sehr nach dem Hinterzacken geneigt ist, noch der Wind zu stark in der Lösche arbeitet. Die Länge der Luppe sollte also stets ihre Entfernung von Vorn nach dem Gichtzacken, und die Breite ihre Entfernung vom Hinterzacken nach dem Vorheerde seyn. Eine gut gefrischte Luppe muss bei'm Herausbrechen eine milchweisse Farbe haben und einen Fettglanz besitzen. Bei'm Zängen muss sie sich von dem garen Schwahl und dem Hammerschlag gleichsam abschälen, die Hammerschläge leicht annehmen, und nicht zuviel flüssige Schlacke entlassen.

Mit dem Herausbrechen der Luppe ist der chemisch-technische Theil der Stabeisenfabrication, oder das eigentliche Verfrischen des Roheisens beendigt. Die Luppe wird nun dem mechanisch-technischen Process übergeben, wodurch dem gefrischten Eisen die äussere Form ertheilt wird. Dieser mechanisch-technische Process wird in der zweiten Abtheilung dieses Abschnittes abgehandelt werden.

Zuvörderst wollen wir die verschiedenen Momente des Frischprocesses wiederholen, und dann von einigen Abänderungen der deutschen Frischschmiede reden.

Die Perioden, welche sich bei einem tadelfreien Frischfeuerbetriebe unterscheiden lassen, sind im Allgemeinen folgende: 1) das Einschmelzen des Roheisens; 2) das Garmachen oder Gareisenmachen; 3) das Rohaufbrechen oder Durchbrechen, welches 4) jedesmal ein Niederschmelzen zur Folge hat; 5) das Garaufbrechen, und endlich 6) das Schmelzen an die Luppe, worauf dann deren Ausbrechen und Verschmieden folgt.

Am Harz und in den Wesergegenden, auf Hütten, die durch ihre vortrefflichen Producte bekannt sind, finden folgende Modificationen der deutschen Frischschmiede statt.

Das Klumpfrischen wird hauptsächlich zur Erzeugung fadigen Eisens angewendet und ist dadurch characterisirt, dass das eingeschmolzene Eisen aufgebrochen und dann bei'm Wiedereinfrischen ein schon halbgarer Klump gebildet wird, dass man denselben im Ganzen wieder auf die Kohlen über den Wind bringt und durch dessen Einschmelzen die Luppe bildet. Der Feuerbau ist im Allgemeinen wegen des rohschmelzigen Materials flach und eng, und der Wind darf nicht sehr stechen. Es wird nämlich bei'm Klumpfrischen mit Vortheil graues gares Roheisen angewendet und sogleich eine gare Art geführt. Am Liebsten nimmt man gute fichtene Stammkohlen dazu, die einen garen Gang bewirken.

Bei'm Durchbrechfrischen dagegen bricht man die eingeschmolzene Masse immer auf's Neue zum Luppenschmelzen durch, bringt die einzelnen Stücke nach einer bestimmten Reihefolge über den Wind und schmelzt sie sogleich wieder nieder. Es kann bei dieser Methode aus weniger gutartigem, oft sehr verschiedenem Roheisen, bei den verschiedenartigsten Kohlen, ein gutes Stabeisen erzeugt werden, wesshalb sie im Allgemeinen mehr verbreitet ist, als das Klumpfrischen, zumal mit derselben ein gutes Ausbringen auf Eisen und Kohlen verbunden ist.

Im Allgemeinen führt man ein tieferes Feuer, als bei'm Klumpfrischen, indem eine rohere Art herbeigeführt werden muss; doch hängt dieses wieder von den Kohlen ab, ob dieselben weich oder hart sind; auch kommt es natürlich mit auf die Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens an, ob die grössere Quantität von garer oder greller Beschaffenheit ist. Gewöhnlich ist der Wind stechender, oft bis 25 °.

Man unterscheidet bei dieser Frischmethode folgende Hauptperioden: 1) Einschmelzen des Roheisens; 2) Gareisenmachen; 3) Rohaufbrechen oder erstes Durchbrechen; 4) Roheinschmelzen; 5) zweites Durchbrechen; 6) erstes Garschmelzen. Diesen folgt gewöhnlich ein drittes, viertes etc. Durchbrechen, dann ein zweites, drittes etc. Gareinschmelzen. 7) Garaufbrechen; 8) Schmelzen an die Luppe.

Das sogenannte combinirte Frischen hält das Mittel zwischen den beiden vorhergehenden Modificationen der deutschen Frischmethode und ist gewissermaassen aus einer Vereinigung beider entstanden. Sie ist am Harz am Allgemeinsten verbreitet. Die eingeschmolzene Masse wird erst mehrmals durchgebrochen, darauf wird an den Klump geschmolzen, dieser wird auf die Kohlen über den Wind gebracht, worauf dann an die Luppe geschmolzen wird.

Das Roheisen pflegt selten so verschiedenartig zu seyn, als bei'm Durchbrechfrischen, wesshalb sich auch leichter eine gleichartige Frischmasse darstellen lässt. Das Feuer braucht aus diesem Grunde nicht so sehr zum Rohgange gestellt zu werden; aber es muss durchschnittlich tiefer und der Wind stechender seyn, als bei'm Klumpfrischen, und der ganze Process muss roher, wie bei diesem, aber garer, wie bei'm Durchbrechfrischen, geführt werden.

Die hochburgundische Frischmethode (*méthode comtoise*) ist ebenfalls eine Modification der deutschen Frischschmiede. Sie ist hauptsächlich im nördlichen Frankreich, in Belgien und hin und wieder auch in Deutschland im Gebrauche.

Einsatz. — Sobald die letzte Luppe aus dem Feuer genommen worden ist, so rückt man die Roheisengans (*G G*, Fig. 1—3, Taf. 2, Bd. 2 d. W.), die auf einer Rolle und senkrecht auf der Form liegt, in demselben vor. Von der Gichtseite muss

die Gans 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll entfernt seyn, damit der Wind, indem er sich in dem Heerde erhebt, möglichst stark auf das Roheisen zu wirken vermöge. Der untere Theil der Gans muss 4 bis 5 Zoll über der über dem Winde gebildeten Vertiefung und wenigstens 1 Fuss von dem Schlackenzacken entfernt liegen. In dieser Lage schmilzt das Roheisen tropfenweis ab, welches für den Erfolg des Processes nothwendig ist; denn wenn das Abschmelzen schalenweis erfolgt, wie es bei dem halbirten Roheisen der Fall ist, wenn man es dem Winde mehr aussetzt, so würde die Frischarbeit langwieriger und schwieriger seyn. Nur schwarzes und graphithaltiges Roheisen bringt man mitten in das Feuer, damit es leichter einschmelzen könne; allein es geschieht erst, nachdem das Wärmen der Kolben vollendet worden ist.

Nachdem die Gans die zweckmässige Lage erhalten hat, wirft man auf der Gichtseite Schlacken und Hammerschlag darauf, füllt den Heerd mit Kohlen, bedeckt dieselben mit einer oder mit zwei Schaufeln voll Hammerschlag, und giebt dann Wind. Die schnell einschmelzenden Garschlacken bilden das Bad, von welchem das abgeschmolzene Roheisen unmittelbar aufgenommen und während der ganzen Schmelzung gegen die directe Einwirkung des Windes geschützt wird. Die Menge dieser Zuschläge regulirt man so, dass man nur die zum Frischen erforderliche Menge von Garschlacken behält, denn ein gutbetriebenes Comtéfeuer muss alle seine Garschlacken verbrauchen.

Das Einschmelzen. — Während des Einschmelzens des zu einer Luppe erforderlichen Roheisens hat der Frischer weiter nichts zu thun, als den Wind, mittelst eines über der Düse angebrachten Registers, zu reguliren; das Kohlenfeuer stets geschlossen zu erhalten, die Form von Schlacken rein zu erhalten, die zu wärmenden Kolben von Zeit zu Zeit umzuwenden, und die zu vielen Schlacken abzustechen. Er muss ferner Hammerschlag auf das Feuer werfen, um die abgelassenen Rohschlacken zu ersetzen, die Gans in dem Feuer vorrücken, von Zeit zu Zeit das Feuer mit der Brechstange untersuchen, um die Beschaffenheit der Schlacke und des Eisens zu erkennen, den vordern Theil des Eisens zu befeuchten etc.

Die Arbeit. — Sobald das letzte auszuschmiedende Stück aus dem Feuer genommen worden ist, so muss die Gans aus demselben zurückgezogen werden, und es beginnt alsdann der zweite Theil des Frischens, die sogenannte Arbeit *(travail)*, weil sie wirklich mühselig ist. Zuvörderst sucht man die hartgewordenen Schlacken und den Hammerschlag, welche zwischen dem Eisen hindurch auf den Boden gefallen sind, über dieselbe zu bringen. Zu dem Ende hebt man sie mit der Brechstange in die Höhe, indem man sie in die Ecken und längs des Schlackenzackens hinbringt, zieht sie mit dem Haken auf die Schlackenplatte empor, trennt davon die daran hängenden Eisentheile und bringt sie in das Feuer zurück. Diesen ersten Theil der Arbeit nennt man das Entschlacken *(désornage)*.

Darauf schreitet man zu dem eigentlichen Rohaufbrechen, welches darin besteht, die Eisenmasse mit der Brechstange über die Form emporzuheben, um die verschiedenen Theile der entkohlenden Einwirkung des Windes auszusetzen. Wenn das halbgefrischte Eisen auf den Boden niedergegangen ist, auf welchem es nach dem Entschlacken unmittelbar ruht, so durchstösst es der Frischer mit seiner Brechstange, um zu sehen, welche Theile noch vor den Wind gebracht werden müssen; die rothglühenden, nicht stark an der Brechstange anhängenden, müssen von Neuem der entkohlenden Einwirkung des Windes unterworfen werden, während die weissglühenden, stark

an der Brechstange hängenden Theile, die sich nur durch Hammerschläge davon trennen lassen, gegen den Wind geschützt und zu dem Ende nach der Hinter- oder Gichtseite gebracht werden müssen.

Ausserdem begünstigt man das Garwerden dadurch, dass man mehrmals altes Eisen und die von der Brechstange abgeschlagenen Frischeisenstückchen in den Heerd wirft. Derselbe enthält während dieses zweiten Theils der Frischarbeit wenig Kohlen; die Eisenmasse liegt fast immer entblösst, und der mit seiner ganzen Kraft eingelassene Wind bildet glänzende Feuergarben auf der Heerdoberfläche, die aus glühenden Schlacken und Kohlentheilchen bestehen.

Es folgt nun der letzte Theil des Frischens, das Garaufbrechen, welches darin besteht, dass alle Eisentheile zu einem Klumpen in der Mitte des Feuers vereinigt werden. Nachdem daher das Volum des Windes vermindert worden ist, entfernt man den Schwahl und die Kohlen, welche das Zusammenschweissen der Eisentheile verhindern könnten, und bildet darauf die Luppe, indem man die Eisenstücke nach und nach mit dem auf der Mitte des Bodens liegenden Kerne vereinigt. Man beendigt die Operation, indem man eine Schaufel voll garer Zuschläge auf die Luppe wirft, damit sie sich bis zu der gehörigen Consistenz, um aus dem Feuer genommen werden zu können, abkühlt.

In manchen Hütten wendet man bei der hochburgundischen Methode auch den weiter oben beschriebenen Anlaufprocess an.

Feuerbau und Windführung. — Die Dimensionen des Comté-Feuers zu Audincourt im französischen Doubs-Departement sind, nach Thirria, folgende:

Länge des Feuers, über dem Schlackenloche gemessen, ...	0,73	Met.
Breite in derselben Höhe	0,51	-
Tiefe an der Formseite unter der Form	0,21	-
Höhe des Formzackens in der Ecke des Hinterzackens	0,16	-
Höhe des Formzackens in der Ecke des Schlackenzackens	0,22	-
Neigung des Formzackens in den Heerd	0,009	-
Neigung des Bodens zur Gichtseite, auf der Hinterseite gerechnet, .	0,027	-
Neigung des Bodens zur Schlackenseite, auf der Formseite gerechnet,	0,013	-
Höhe des Gichtzackens in der Ecke des Hinterzackens	0,62	-
Höhe des Hinterzackens in der Ecke des Gichtzackens	0,32	-
Entfernung des Bodens von der Schlackenplatte in der Ecke des Gichtzackens .	0,32	-
Die Form steht in den Heerd um	0,067	-
Stechen in den Heerd um 7¼°	0,008	-
Dimensionen des Formmauls 0,04 und	0,027	-
Entfernung von der Achse der Form bis zum Hinterzacken	0,27	-
Entfernung der Formachse bis zum Schlackenzacken	0,46	-
Durchmesser jeder Düsenöffnung	0,025	-
Entfernung der hintern Düse vom Formmaul	0,067	-
Entfernung der vordern Düse vom Formmaul	0,067	-
Entfernung vom Boden bis zum ersten Schlackenloche	0,16	-
Durchmesser des ersten Schlackenlochs	0,027	-
Entfernung seiner Mitte vom Formzacken	0,15	-

Entfernung des Bodens vom zweiten Schlackenloche	0,19	Met.
Entfernung seiner Mitte vom Formzacken	0,18	-
Mittlerer Druck des Windes in den Düsen in Centimet. Quecksilber .	3,5	-

Das stärkste Luftvolum, welches in der Minute einem Comté-Feuer zugeführt wird, beträgt 4,75 Cubikmeter (153,37 rheinl. Cubikfuss); allein die Luftmenge erleidet bei den verschiedenen Epochen des Frischens bedeutende Veränderungen; das mittlere Volum beträgt 3,1 Cubikmeter in der Minute und unter atmosphärischem Drucke.

Die Vortheile, welche die Anwendung der Comptéischen Frischmethode gewährt, dürften folgende seyn:

1) Erzeugt man dabei ein Stabeisen von sehr guter Qualität; namentlich dürfte die Zähigkeit des Eisens gewinnen, wenn auch vielleicht an der mit der sonst üblichen deutschen Heerdfrischerei erlangten Härte des Stabeisens etwas verloren geht*).

2) Producirt man in einer gegebenen Zeit verhältnissmässig mehr, als bei der gewöhnlichen deutschen Frischmethode, selbst bei sehr gutartigem grauen Roheisen, denn wenige Frischfeuer, die ein graues Roheisen nach der meist gebräuchlichen deutschen Frischmethode verarbeiten, werden selbst unter den günstigsten Verhältnissen wöchentlich mehr, als 3000 Kilogr. Stabeisen liefern, während in den Comptéischen Feuern unter gleichen Verhältnissen wöchentlich 4000 Kilogr. dargestellt werden.

3) Ist der Kohlenaufwand (10,58—12,09 rheinländische Cubikfuss für 100 Pfd. Cölnisch) gering und der Eisenabbrand (26—27,2 Proc.) keineswegs übermässig.

4) Durch den Umstand, dass bei dieser Frischmethode fast nie ein völliges Abstellen des Windes erforderlich ist, und dass durch die Arbeiten bei'm Aufbrechen (da das Aufgebrochene nicht aus dem Feuer genommen und auf ganz frische Kohlen gesetzt werden darf) bedeutende Abkühlungen des Heerdes nicht herbeigeführt werden, lassen sich die bei der deutschen Frischmethode vorkommenden häufigen und bedeutenden Temperaturwechsel ganz vermeiden, so dass auch die über den Frischfeuern angebrachten Wärmöfen vortheilhafter, als bei der deutschen Frischmethode, benutzt werden können.

Abänderungen des gewöhnlichen Feuerbaues bei'm Verfrischen andern Roheisens ausser dem grauen. — Bei'm Verfrischen von schwarzem Roheisen macht man folgende Veränderungen: 1) Man giebt dem Winde ein Stechen von 7 bis 8°; 2) man rückt die Form etwas mehr, bis 0,10 Meter, in den Heerd und lässt den Formzacken auch etwas mehr, als gewöhnlich, in den Heerd hängen; 3) wenn zwei Formen angewendet werden, so legt man die hintere dem Hinterzacken um 0,03 bis 0,04 Meter näher, sowohl um die Temperatur in dem hintern Theile des Feuers, wo die Gans liegt, zu erhöhen, als auch, um das Aufbrechen der Eisenmasse zu erleichtern; 4) man macht das Feuer tiefer (= 0,23 Meter); 5) man vermehrt das Windvolum, besonders bei'm Rohaufbrechen; 6) man bringt mehr Garschlacken in den Heerd; 7) endlich setzt man die Eisenmasse mehr und während längerer Zeit der Einwirkung des Windes aus.

Bei'm Verfrischen des weissen und halbirten Roheisens macht man folgende Veränderungen: 1) Man giebt dem Winde ein geringeres und bedeutenderes Stechen, indem man es einerseits auf 3 bis 4° vermindert und andererseits bis auf 10 oder

*) Für die Blechfabrication halte ich das durch die Comptéische Frischmethode erlangte Stabeisen ganz besonders geeignet.

11° erhöht; 2) der Formzacken wird sehr senkrecht gestellt, und man rückt die Form nur um 0,05 bis 0,06 Meter in den Heerd; man nähert die vordere Form der Schlakkenseite um 0,03 bis 0,04 Meter, um die Temperatur in dem hintern Theile des Heerdes, wo die Gans befindlich ist, zu vermindern; 4) man vermindert die Tiefe des Feuers unter dem Formmaul, indem man sie auf 0,17 Meter reducirt; 5) man neigt den Boden etwas mehr gegen die Gichtseite; 6) man vermindert zu allen Epochen des Frischens die Stärke des Windes; 7) man schlägt weniger Garschlacken zu; 8) man setzt bei'm Rohaufbrechen die Eisenmasse mehr der entkohlenden Einwirkung des Windes aus.

Einige Abänderungen der deutschen Frischschmiede sind in Schweden gebräuchlich und führen die Benennungen: But- oder Klumpschmiede, Frischschmiede, Suluschmiede und Halbwallonenschmiede. Letztere wird auch in der französischen Provinz Berry angewendet und unterscheidet sich von der gewöhnlichen deutschen Frischschmiede dadurch, dass sie nur Kolben und nicht fertiges Stabeisen liefert.

Die Wallonenschmiede.

Bei dieser Frischmethode sucht man leichtschmelzendes Roheisen möglichst gar niederzuschmelzen und nach dem dann erfolgenden Garaufbrechen sogleich gar gefrischtes Eisen zu erhalten. Von der deutschen Frischmethode unterscheidet sie sich noch dadurch, dass sie jedesmal nur soviel Roheisen einschmelzt, als zu einem Kolben nöthig ist, welcher unter dem Hammer zusammengeschlagen und an einen besondern Reckheerd abgegeben wird. Die Luppen wiegen 40 bis 60 Pfd. In einer halben Stunde muss soviel Eisen, als zu einer Luppe nöthig ist, abgeschmolzen und die Luppe gefrischt seyn, so dass in einer dreistündigen Schicht 6 Luppen erfolgen, welche in derselben Zeit im Reckheerde zu Stäben ausgezogen werden. Man bringt das abzuschmelzende Roheisen nicht von der Seite des Gichtzackens, sondern über dem Aschenzakken vor die Form. Die Tiefe des Feuers ist 7 bis $7\frac{1}{2}$ Zoll. Die grosse Länge des Heerdes von 32 und die Breite von 30 Zoll sind bei den kleinen Luppen ganz überflüssig, weil der Raum durch Kohlenlösche doch eingeengt wird; sogar nachtheilig, weil sie den Kohlenverbrauch vergrössern und die Hitze zerstreuen. Auch lässt sich kein Grund zu dem eingeführten Verfahren einsehen, die Frischzacken in schiefen und nicht in rechten Winkeln, nämlich dergestalt gegeneinander zu setzen, dass der Formzacken und der Hinterzacken einen stumpfen, der Hinterzacken und der Gichtzacken einen spitzen Winkel miteinander bilden, und dass der Heerd bei der Formseite einen Zoll kürzer wird, als bei der Gichtseite. Die kleinen Luppen und das häufige Durcharbeiten des Eisens im Frischheerde und im Schmiedefeuer geben Anlass, dass das Stabeisen sehr gut ausfällt; allein der Process ist ökonomisch unvortheilhaft. Der Schmiedeheerd hat einen eisernen Boden und einen eisernen Formzacken und ist übrigens nur mit Kohlenlösche ausgeschlagen. Im Wallonenheerde und in dem mit demselben verbundenen Schmiedeheerde werden wöchentlich 110 bis 112 Centr. Stabeisen bereitet. Bei der Wallonenschmiederei an der Niederlahn sind zwei Frischheerde mit einem Schmiedefeuer verbunden, und alle drei Feuer liefern wöchentlich 160 Centr. Stabeisen. Diese Einrichtung ist der in der Eifel vorzuziehen, wo ein Frischheerd nur ein Schmiedefeuer beschäftigt. An der Lahn verbraucht man zu 100 Pfd. Stabeisen etwa 14 bis 15 Cubikfuss Holzkohlen von hartem Holz und verliert 28 Procent an Roheisen. In der Eifel steigt der Abgang, wenn das graue Roheisen im Hochofen

nicht geläutert worden ist, bis zu 33 Procent. Bei sehr garschmelzendem Roheisen wird die Luppe oft gar nicht gar aufgebrochen, sondern sie ist sogleich bei'm ersten Niederschmelzen des Roheisens fertig.

Die Löschfeuerschmiede.

Die im hennebergischen Kreise in Thüringen gebräuchliche Löschfeuerschmiede bringt sehr garschmelzendes Roheisen mit einem Zusatze von schon fertigem Stabeisen möglichst schnell und ohne Aufbrechen zur Gare. Das Ausschmieden der Luppe wird in demselben Heerde, aber nicht gleichzeitig mit dem Einschmelzen und Frischen, verrichtet. Zuerst werden die Schirbel vom vorigen Deul ausgeschmiedet, worauf man zuerst zum Einschmelzen des Stabeisens schreitet und dann das Roheisen gar niederschmelzt. Die Löschfeuer haben weder einen Boden von Gusseisen, noch einen gegossenen Formzacken, sondern bestehen bloss aus einer Grube von Kohlenlösche, die auf der Gichtseite durch ein altes Gussstück, gewöhnlich durch einen unbrauchbar gewordenen Amboss, begränzt wird. Die Form liegt höhlig und steht 6 Zoll in den Heerd; die Kohlengrube ist 7 bis 9 Zoll, von der Form an gerechnet, tief, und der Stübbeheerd 4 bis 5 Zoll dick. Ein solcher Heerd hält 2 bis 3 Monate, ehe er von Neuem eingestampft werden darf. Die Unterlage für den Heerd ist trockener Mauerschutt. Das Stabeisen, welches zum Verfrischen im Löschfeuer angewendet wird, besteht vorzüglich aus garem Eisen aus dem Stückofen, welches Güsse oder Gussstücke genannt wird. In Ermangelung derselben wird altes Stabeisen angewendet. Weil die Kolben bei'm Ausschmieden sehr stark mit garem Hammerbrocken bestreuet werden, so sammelt sich im Heerde viel gare Schlacke an, welche in Verbinbindung mit dem zuerst einzuschmelzenden Stabeisen eine gare Grundlage für das demnächst einzuschmelzende weisse Roheisen (blumige Flossen) aus dem Blauofen (wegen seiner Gestalt Scheibeneisen genannt) bilden muss. Das gare Eisen, welches durch das Niederschmelzen des Stabeisens mit dem Schwahl, und mit den bei'm Schmieden aufgegebenen garen Hammerbrocken gebildet wird, nennt man Frischvogel, weil sich das Scheibeneisen ohne ihn nicht frischen, sondern zu roh in den Heerd eingehen und die Lösche durchbohren würde. Wenn keine Gussstücke vorhanden sind, und wenn man nicht soviel altes Schmiedeeisen, Blechabschnitte etc., herbeischaffen kann, als zur Bildung des Frischvogels nöthig ist, so wird zuerst im Löschheerde selbst ein Frischvogel (welcher dann Frischstück heisst) dadurch gebildet, dass man eine Quantität von 40 bis 50 Pfund von dem gewöhnlichen Scheibeneisen mit garenden Zuschlägen (Schwahl) niederschmelzt und auf solche Art zuerst eine kleine Luppe darstellt, worauf man denn ebenso verfährt, als ob der Grund zum Frischen durch Gussstücke oder durch den daraus dargestellten Frischvogel gelegt worden wäre. Zu Anfange der Arbeit wird die von aller Garschlacke gereinigte Grube mit Kohlen geschüttet, nachdem der Gestübbekranz vorher, besonders auf der Gicht- und Arbeitseite, gehörig ausgebessert und festgeschlagen worden ist. — Das Ausschmieden der Kolben vom vorigen Deul geschieht unter reichlichem Zusatze von garen Zuschlägen, wobei der Schwahl, nämlich ein mit Garschlacken (Lech) verunreinigtes metallisches Eisen, im Heerde zurückbleibt. Wenn dieser Schwahl bei'm ersten Anheben des Betriebes geschmolzen ist (oder bei der zweiten und bei den folgenden Luppen sogleich nach beendigtem Ausschmieden), wird das zu dem Frischvogel bestimmte Eisen langsam von der Zange, in welcher es eingespannt ist, abgeschmolzen. Wendet man al-

tes Stabeisen an, so wird dasselbe in zwei oder drei Abtheilungen in's Feuer gebracht, und wenn es die Schweisshitze erhalten hat, mit einer Schaufel zusammengedrückt und, mit Kohlen bedeckt, ganz niedergeschmolzen. Werden aber Gussstücke genommen, oder muss man in Ermangelung derselben Scheibeneisen nehmen, um ein Frischstück bilden, so spannt man das Eisen in eine Zange und bringt es unmittelbar vor die Form. Wenn der Frischvogel gebildet ist, so schreitet man zum Einschmelzen des Scheibeneisens, indem zuerst die erste, dann die zweite, dritte u. s. f. Zange mit dem erhitzten Scheibeneisen von der Gicht nach und nach der Form näher gerückt werden, so dass sich die zweite Zange anwärmt, während die erste der Form zunächst eingehaltene abschmelzt u. s. f. Weil das niederschmelzende Scheibeneisen mit dem im Heerde befindlichen Frischvogel gares, fertiges Stabeisen geben soll, so muss sich der Arbeiter bei'm Einschmelzen des Scheibeneisens nach der Menge und Beschaffenheit des Frischvogels und nach der Beschaffenheit des Scheibeneisens richten. Den garen Gang befördert er dadurch, dass er die Zange mit dem Scheibeneisen etwas weiter von der Form entfernt; den rohern Gang befördert er durch grössere Annäherung des Scheibeneisens an die Form, um dasselbe zum Schmelzen zu bringen. Die Schalen von garem Eisen, welche sich an den Spiess setzen, mit welchem das im Heerde befindliche Eisen untersucht wird, geben das Anhalten zur Beurtheilung eines grössern oder geringern Garganges. Sind die Schalen klein und roth, so geht es heiss, d. h., roh im Heerde. Je weisser die Farbe ist, und je fester die Schalen an dem Spiesse halten, desto frischer und garer ist der Gang. Alles Einschmelzen geschieht über dem Windstrom. Unter und über der Form setzt sich die gare Schlacke häufig an, weil sie dort erkaltet, wesshalb der Arbeiter sie von Zeit zu Zeit abstossen und mitten in's Feuer bringen muss. Die Schlacke wird nicht abgelassen, weil sie zum Garwerden des niederschmelzenden Roheisens nöthig ist, wesshalb das Feuer auch gänzlich geschlossen und vorne nicht mit einem Schlackenloche versehen seyn muss. Je mehr Roheisen man zu einer und derselben Menge von Gussstücken oder Stabeisen anwenden kann, desto vortheilhafter ist es. Gewöhnlich werden $\frac{1}{4}$ oder $\frac{3}{8}$ Centr. Gussstücke oder altes Stabeisen und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Centr. Scheibeneisen zu einem Deul genommen. Wenn die letzte Zange Scheibeneisen niedergeschmolzen ist, wechselt das Gebläse einige Minuten lang noch recht stark, um das zuletzt niedergeschmolzene Roheisen gar zu machen, wobei ein Kochen oder Aufschäumen der Masse entsteht, die zum Theil vom Winde aus dem Heerde getrieben wird. Je mehr Schlacke (Rinnlech) der Deul unter dem Hammer ausströmt, desto weicher ist das Eisen. Sobald die Luppe ausgebrochen ist, wird auch die Schlacke, nachdem sie völlig erstarrt ist, im Heerde aufgebrochen und aus dem Feuer gebracht. Dieses ausgebrochene Lech wird gepocht und theils (die gröbern Stücken) zum Güssemachen an den Stückofen gegeben, theils (die kleinern Stücken) bei dem gewöhnlichen Blauofenbetrieb angewendet. Rohe Frischschlacke kommt bei der Löschfeuerschmiede gar nicht vor; alles Lech stimmt in der Zusammensetzung mit der Garfrischschlacke überein. Während das Lech ausgebrochen und das Feuer gereinigt ist, hat auch das Zerschroten der Luppe in zwei Stücken stattgefunden. Bei der Bearbeitung der Luppe und der Kolben und bei dem Ausschmieden der letzteren zu Stäben fallen bei dem Hammer die Stockschlacken und der Hammerschlag ab (Einwerfzeug im Hennebergischen genannt), welche bei'm Heizen der Kolben in's Feuer gegeben werden, um dieselben mehr gegen den Windstrom zu schützen. Es entsteht dabei, wie

schon erwähnt, der Schwahl, welcher zur Bildung eines neuen Frischvogels angewendet wird. — Die Löschfeuerschmiede liefert wöchentlich 50 bis 60 Centr. Stabeisen mit wenigstens 30 rheinl. Cubikfuss Kohlen, und bringt aus 100 Pfund Gussstücken und Scheibeneisen nicht viel mehr, als 67 Pfd. Stabeisen, aus, wobei jedoch auf den Eisengehalt des Lechs, welches von den Löschfeuern an die Schmelzöfen zurückgegeben wird, nicht Rücksicht genommen ist. Diese Frischmethode ist wenig empfehlenswerth, weil sie zu einem starken Verbrauch an Kohlen und Eisen Anlass giebt.

Die Steyersche Einmalfrischschmiede.

Bei der Steyerschen Einmalschmelzarbeit verbraucht man sehr garschmelzendes Roheisen, welches über und vor der Form langsam niedergeschmolzen und nicht aufgebrochen wird. Das Garwerden des Eisens wird nach Umständen durch gare Zuschläge befördert, die in der Periode des Schmiedens zugesetzt werden. Der Heerd ist zwar aus einem Boden und zuweilen auch aus den gewöhnlichen Frischzacken zusammengesetzt und hat eine Länge von 30, eine Breite von 24 und eine Tiefe von 20 Zoll; indess wird der ganze Raum so mit Kohlenlösche ausgefüllt, dass nur eine Grube von 16 bis 18 Zoll im Durchmesser und 8 bis 9 Zoll Tiefe übrig bleibt, wesshalb man in der Regel ausgemauerte und mit Kohlenlösche ausgefütterte Heerde statt des aus eisernen Platten zusammengesetzten Kastens anwendet. Man nennt diese Heerde Weichzerrennheerde. Sie stimmen mit den weiter oben beschriebenen Hartzerrennheerden gänzlich überein. Die Form ist unter 15 Graden, jedoch zuweilen mehr, zuweilen weniger, in den Heerd geneigt. Das Roheisen wird in Gestalt von flachen Kuchen oder Scheiben, von denen 1½ bis 2 Centr., in 3 bis 4 Zangen gepackt und mit dem Spannringe festgehalten, dergestalt vor die Form gebracht werden, dass sich das abzuschmelzende Roheisen 5 bis 6 über und 4 Zoll vor der Form befindet. Die Arbeit fängt mit dem Ausheizen der Kolben von der vorigen Luppe (Daichel oder Teichel) an, und wenn man bis über die Hälfte des Ausschmiedens gekommen ist, so wird bei der Gicht die erste Zange mit Flossen eingehalten. Sowie der Raum im Feuer beim fortschreitenden Ausschmieden grösser wird, setzt man die zweite Zange bei der Gicht an und rückt die erste bis in die Mitte des Feuers vor. Endlich wird die erste Zange ganz vor den Wind gebracht, die zweite in die Mitte gerückt und die dritte bei der Gicht angesetzt. Ist die erste abgeschmolzen, so rückt man die zweite an die Stelle der ersten, die dritte an die Stelle der zweiten etc., bis auch die letzte Zange vor dem Winde ganz abgeschmolzen ist. Nach beendigtem Einschmelzen wird das Feuer abgeräumt, das Daichel ausgebrochen, zerschroten, die Kolben werden zum Ausheizen eingehalten, und die Arbeit für die zweite Luppe fängt wieder an. Bei'm Ausschmieden werden die Kolben sehr häufig mit garen Zuschlägen bestreut, wodurch das demnächst niederschmelzende Roheisen zugleich mit zur Gare gebracht wird. Sollte ein Stück Scheibeneisen von der Zange abspringen, so ist dahin zu sehen, dass es vor die Form gebracht wird. Durch das Ausheizen in der garen Schlacke erhalten die Kolben erst eine recht gare Beschaffenheit. Die Kolben werden nun zu starken Stäben unter dem sogenannten Gross- oder Weichzerrennhammer ausgezogen und dann an einen Streckhammer zur weitern Bearbeitung abgegeben. Die Steyersche Einmalschmelzerei bedient sich nur der luckigen Flossen. Fällt das Roheisen bei'm Schmelzofen nicht luckig, sondern blumig aus, so bedient man sich desselben nicht unmittelbar, sondern es muss dann vorher durch Glühen oder Braten vorbereitet werden. — Das

garschmelzende Roheisen wird bei dieser Frischmethode durch Cementiren mit Luft in der Glühhitze zur Gare gebracht. Der Verlust an Eisen beträgt selten über 10 Proc. Der Kohlenverbrauch zu 100 Pfd. Stabeisen soll über 20 Cubikfuss steigen und wird sogar zu 30 Cubikfuss angegeben. Wöchentlich liefert ein Feuer 50 Centr. Stabeisen. Der grosse Kohlenverbrauch bei diesem sehr einfachen und desshalb sehr vollkommenen Frischverfahren ist sehr auffallend und kann nur darin begründet werden, dass das Einschmelzen sehr langsam erfolgen muss.

Diese, so wie die übrigen in den österreichischen Staaten üblichen eigenthümlichen Frischmethoden findet man sehr vollständig in folgendem trefflichen Werke beschrieben: „Gemeinfassliche Darstellung der Stabeisen- und Rohstahlbereitung in den Ländern des Vereins zur Beförderung und Unterstüzung der Industrie und Gewerbe in Inneröstérreich, dem Lande ob der Enns und Salzburg. Von Peter Tunner. Grätz, 1845 und 1846."

Die Siegensche Einmalschmelzarbeit.

Diese Frischmethode unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass sie halbirtes, oft sogar noch graues Roheisen aus leichtflüssigen und leicht reducirbaren Beschickungen in Gestalt von Gänsen auf die Gichtseite legt und nur in seltenen Fällen von der Zange abschmelzen lässt, ferner dadurch, dass sie grosse Luppen anfertigt, die oft $3\frac{1}{4}$—4 Ctr. schwer sind, und dass häufiger die Schlacke abgelassen wird, welches bei der Steyerschen Arbeit sehr selten geschieht. Das Einschmelzen erfolgt ebenfalls über und vor dem Winde; auch werden während des Ausschmiedens gare Zuschläge in grosser Menge angewendet, wodurch das Garen des Eisens so sehr befördert wird, dass alle 3 Stunden ein $3\frac{1}{2}$ bis 4 Centr. schwerer Deul fertig ist, welcher sehr gutes Stabeisen liefert. Bei sehr garschmelzendem weissen Roheisen wird zur Beschleunigung der Arbeit zuweilen Roheisen unmittelbar in den Heerd gesetzt. Das Feuer ist 24 Zoll lang; der Hinter- und der Formzacken hängen 3 Zoll in den gegen 8 Zoll tiefen Heerd. Ein Gichtzacken ist in den mehrsten Fällen nicht vorhanden, indem der Heerd mit Lösche gebildet wird. Die Form wird gewöhnlich so gestellt, dass sie mit dem in das Feuer sich neigenden Formzacken einen rechten Winkel bildet, wodurch sie selbst eine so starke Neigung erhält, dass der Windstrom fast die Mitte des Bodens trifft. Das Ausschmieden dauert fast so lange, als das Ausschmelzen selbst, obgleich das Eisen nur zu 3zölligen groben Quadratstäben ausgestreckt wird. Bei dem Wärmen der schweren Kolben entstehen so lange Pausen, dass ein Hammer zwei Feuer versorgen kann. Man wendet das halbirte, gewöhnlich aber das blumige weisse Roheisen in Gestalt von flachen und platten Stücken (Kruschen) an, welche theils bei der Gicht aufgesetzt, theils in Zangen gepackt vor der Gicht abgewärmt werden, bis das Ausschmieden beendigt ist. Dann rückt man das Roheisen näher vor die Form und schmelzt es ein. Die erhaltene schwere Luppe wird unter dem Hammer nach der Richtung der Länge ausgezogen und dann in zwei Theile zerschroten. Der eine bleibt im Heerde solange auf der Gichtseite liegen, bis der andere vor der Form die Schweisshitze erhalten hat. Jeder von den beiden Theilen giebt bei grossen Luppen zwei Stäbe. Bei'm Ausschmieden werden gare Zuschläge nicht gespart, um die Kolben in saftiger Schmeisshitze zu erhalten und um garende Schlacke für das demnächst niederschmelzende Roheisen im Feuer zu bilden. Aber es wird auch schon bei'm Ausheizen der Kolben sehr oft nach der Schlacke gestochen, die ein

ziemlich gares Ansehen hat; weniger oft lässt man bei'm Einschmelzen die Schlacke ab und gegen das Ende der Arbeit gar nicht mehr, weil die Schlacke zum Schutze für das Eisen gegen den stark geneigten Windstrom dienen muss. Ein Frischfeuer liefert wöchentlich 180 bis 200 Centr. Stabeisen in 3zölligen Quadratstäben. 100 Pfd. Roheisen liefern in der Regel nicht mehr als 75 Pfd. Stabeisen, aber der Kohlenverbrauch ist sehr mässig, indem er nur 7 bis höchstens 9 Cubikfuss für 100 Pfund Stabeisen beträgt; indess wendet man auch nur gute und feste Kohlen von hartem Holze an.

Die Osemundschmiede.

Die Osemundschmiede schmelzt, wie die Wallonenschmiede, jedesmal nur soviel garschmelzendes Roheisen von der über dem Hinterzacken vor der Form liegenden Gans gar ein, als zu einem Kolben erforderlich ist. Der Kolben wird aber nicht in einem besonderen Heerde ausgereckt, sondern mit der Anlaufstange aus dem Heerde genommen, und sogleich unter dem Hammer ausgestreckt. Diese Schmiederei ist also eine wahre Anlaufarbeit, bei welcher das Roheisen aber sogleich gar niedergehen und sich an der Anlaufstange anlegen muss. Es ist daher auch ein sehr reines und garschmelzendes Roheisen erforderlich. Garende Zuschläge sind durchaus nothwendig, und die Arbeit kann daher nicht eher beginnen, als bis der Heerd voll flüssiger Garschlacke ist. Bei dem jedesmaligen Anfange der Arbeit werden desshalb zuerst Schwahl und gare Hammerbrocken (Kloot) geschmolzen, welche bei dem Fortgange der Arbeit von den vorhergegangenen Luppen schon im Heerde befindlich sind, wesshalb auch nur selten Schlacke abgelassen wird. Der aus eisernen Platten zusammengesetzte Heerd hat eine sehr unregelmässige Gestalt. Die Breite vom Form- bis zum Gichtzacken beträgt bei'm Hinterzacken 17, bei'm Vorheerde nur 13 Zoll. Der Gicht- und der Hinterzacken bilden einen spitzen Winkel. Die Länge des Feuers ist bei'm Formzacken 28 und bei'm Gichtzacken 32 Zoll, indem der Formzacken und der Vorheerd einen stumpfen Winkel miteinander bilden und nur bei'm Form- und Hinterzacken, sowie der Gichtzacken und die Vorwand, unter rechten Winkeln zu einander stehen. Die Form liegt nur 5 bis 6 Zoll vom Hinterzacken entfernt und hat eine sehr starke Neigung von einigen 30 Graden in den 7 Zoll tiefen Heerd. Der Boden ist nur 16 bis 17 Zoll lang, weil der ganze Vorheerd mit Kohlenlösche ausgeschüttet ist. Der Gichtzacken ist etwa 5 Zoll höher, als die Form, damit das Roheisen hoch über der Form abschmelzen könne. Bei'm Schmelzen wird die Gans der Form bis auf 6 Zoll genähert, damit das Roheisen, welches bei starkem Winde niedergeschmolzen wird, theils durch den Windstrom, theils durch die garenden Zuschläge im Heerde die nöthige Gare erhält. Desshalb bilden sich bald mehrere kleine halbgare Brocken im Heerde, welche der Frischer mit einem Handspiess vor den Windstrom bringt, während er eine Anlaufstange in das Feuer hält und sich bemüht, die kleinen Frischklumpen daran anschweissen zu lassen. Diese Operation geschieht unter ununterbrochenem Umdrehen der Anlaufstange vor dem Windstrom, um das Eisen von allen Seiten mit dem Winde zu cementiren und anschweissen zu lassen. Sind etwa 20 Pfund Eisen auf diese Weise angelaufen, so wird der Kolben aus dem Feuer genommen, sogleich ausgeschmiedet, von der Anlaufstange abgehauen und wieder zum Anlaufen eingehalten. Mehrentheils ist alle Viertelstunden ein Anlaufkolben fertig, wesshalb mehrere Anlaufstäbe im Gebrauche sind. Je flüssiger von garer Schlacke es im Heerde und je grösser die Hitze ist, in welcher das Eisen durchgewirkt wird, desto vorzüglicher

wird es in der Güte ausfallen. Die kleinen Kolben und das beständige Durcharbeiten derselben in der garen Schlacke und vor dem Winde bewirken, dass das Eisen sehr rein, weich und zähe wird. Aus 100 Pfund Roheisen sollen 75 Pfd. Stabeisen erfolgen, und zu 100 Pfd. Stabeisen sollen 19 bis 21 Cubikfuss Kohlen erforderlich seyn.

Die Bratfrischschmiede.

Sie ist nichts weiter, als die Steyersche Einmalschmelzerei, bei der man vorher gebratenes Scheibeneisen, welches also schon Kohle verloren hat, und welches aus blumigen Floss bereitet ist, anwendet. Jedoch ist diese Abart der Steyerschen Einmalschmelzerei neuerlich durch die Schwahlmanipulation sehr verdrängt und scheint nur noch in sehr wenigen Hütten stattzufinden. Die Bratfrischheerde erhalten entweder durch Blattheben oder Scheibenreissen, welches sie selbst vornehmen, ihr Material. Allein diese Frischmethode heisst die Hart- und Weichzerrennarbeit, Kartitscharbeit, obwohl sie sich nicht wesentlich von der Steyerschen Einmalschmelzerei und der Bratfrischschmiede, sondern nur dadurch unterscheidet, dass die ächte Steyersche Einmalschmelzerei luckige, in neuerer Zeit aber auch blumige Flossen unmittelbar verfrischt, dass die Bratfrischschmiede weisse Flossen unmittelbar vom Blauofen erhält und sie durch Braten vorbereitet, die Hart- und Weichzerrennarbeit, sowie die Kartitscharbeit, aber graues Roheisen von den Blauöfen erhalten, welches vor dem Braten noch durch einen besondern Process in Scheiben gerissen wird.

Erzeugen die Blauöfen blumige Flossen, so wird dieses sogleich in Gestalt von Scheiben oder Platten abgestochen und der Bratfrischschmiede zum Braten übergeben. Wird aber graues Roheisen erblasen, so sticht man diess in einen trichterförmigen Sumpf ab, in welchem es in Scheiben gerissen wird, die um so dünner ausfallen, je leichtflüssiger die Beschickung war und je leichter das Roheisen weiss wird. Desshalb eignet sich auch das bei sehr strengflüssiger Beschickung und bei sehr heissem Ofengange erzeugte Roheisen gar nicht zum Scheibenreissen. Man bringt die Oberfläche des Roheisens in dem Sumpfe zum Erstarren und hebt die Scheiben, 20 bis 30 Pfd. schwer, mit der Brechstange ab. — Sie sind nach dem Abheben noch glühend heiss, haben aber nach dem Erkalten auf dem Bruche ganz das Ansehen der blumigen Flossen, welche unmittelbar von Blauöfen fallen.

Die Müglafrisch- oder die Brockenschmiede.

Diese wird in Kärnthen angewendet, schmelzt das Roheisen in der Gestalt von Scheiben oder Flossen, als Bruch- oder als Wascheisen im Frischheerde mehr roh, als gar ein, vermengt es nach dem Einschmelzen mit garem Schwahl, Hammerschlag, Stockschlacke etc., zertheilt es in Brocken, nimmt diese aus dem Heerde und schmelzt sie alsdann gar ein. — Das Feuer hat Boden und Zacken, ist 24 Zoll lang und breit, 10 bis 11 Zoll tief, die Form 8 bis 9 Zoll vom Hinterzacken entfernt, und etwa 10 Grad in den Heerd geneigt; jedoch kommt es auf diese Dimensionen nicht so sehr an, da das Feuer mit Lösche zugebauet ist.

Bei'm Beginnen der Arbeit bleibt wenig gare Schlacke im Heerde zurück, und dieser wird mit trocknen Kohlen angefüllt, das einzuschmelzende Roheisen bis auf 5 Zoll vor die Form gebracht, mit Kolben bedeckt und das Gebläse langsam angelassen. Während dem werden die Kohlen vom vorigen Frischen ausgeschmiedet. Zuviel rohe Schlacke muss abgestochen werden. Nachdem das Eisen eingeschmolzen ist, werden Kohle

und Lösche abgeräumt, die Schlacken vom Eisen weggenommen, das flüssige Eisen mit einigen Schaufeln garem Hammerschlag und Stockschlacke vermengt und mit einer hölzernen Stange so lange gerührt, bis Alles ein trocknes Gemenge von verschieden grossen Stücken geworden ist. Darauf wird alles Eisen auf die Gicht geschaufelt, das Feuer von Lösche, Schlacke und Eisen gereinigt, mit frischen Kohlen gefüllt, die Hälfte von dem ausgebrachten Eisen, und zwar die grössten Stücke, darauf gelegt, dasselbe mit Kohlen beschüttet und das Gebläse wieder in Gang gesetzt.

Man lässt nun die Brocken gar niedergehen, indem man sie so lange vor dem Winde erhält, bis sie die gehörige Gare erlangt haben, und setzt die übrig gebliebenen kalten Eisenbrocken nach und nach zu und jedesmal frische Kohlen darauf. Das eingehende Eisen wird nun entweder zu einer Luppe vereinigt, oder als Anlauf herausgenommen. Die Kolben werden bei'm nächsten Einschmelzen ausgereckt.

Bei'm Anlaufnehmen beträgt der Abgang oft 30 Procent, jedoch ist das erfolgende Eisen von vorzüglicher Güte; bei'm Luppenmachen dagegen oft nur 9 Procent. Der Kohlenaufwand ist aber sehr gross und beträgt oft über 36 Cubikfuss auf den Centner.

Das in einigen Hütten Frankreich's unter dem Namen der Bergamaskischen Frischmethode, der eine Umänderung des Eisens zu einer halbgaren Masse vorangeht, übliche Verfahren stimmt im Wesentlichen mit dem beschriebenen überein.

Die Brechschmiede.

Diese weicht von der vorhergehenden Methode nur dadurch ab, dass dabei kein Einrühren der garen Zuschläge in das eingeschmolzene Roheisen stattfindet, sondern dass dem Roheisen gleich bei'm Einschmelzen eine solche Gare gegeben wird, dass es sich in vielen Stücken zertheilt aufbrechen lässt, die dann durch die im Heerde befindlichen garen Zuschläge schon einen ziemlichen Grad der Gare erhalten.

Man findet bei dieser Frischmethode, die in einigen Hütten Frankreich's auch unter dem Namen der Bergamaskischen Frischmethode angewendet wird, mehrere Abarten.

In Böhmen und Mähren wird das Roheisen erst halbgar eingeschmolzen, dann ganz aufgebrochen und in einzelnen Brocken auf die Gicht gelegt, darauf der Heerd voll Kohlen gefüllt, die Brocken werden einzeln vor dem Winde in's Feuer gelassen und zum Anlaufen gebracht. Die Anlaufkolben werden bei'm Einschmelzen zu Stäben ausgeschmiedet.

In Ungarn lässt man dagegen nicht anlaufen, weil diess bei den dort anzuwendenden harten Kohlen nicht gut geht, sondern man macht die einzelnen Brocken gar und schweisst mehrere aneinander, wenn diess zur Bildung des Stabes erforderlich ist. — In Norwegen, Toscana und in der schwedischen Provinz Smaland sollen auch ähnliche Methoden angewendet werden.

Sowohl die Brech-, als auch die Müglaschmiede erfordern viel Kohlen, nehmen die Kräfte der Arbeiter sehr in Anspruch und gestatten nur geringe Production.

Der Sinterprocess

ist auf einigen Werken im Salzburgischen, in Kärnthen und Berchtolsgaden üblich und unterscheidet sich von den beiden vorhergehenden Methoden dadurch, dass das graue

und halbirte Roheisen gepülvert angewendet wird. Liegen die Frischfeuer in der Nähe der Blauöfen, so werden die abgestochenen Flossen sogleich nach dem Erstarren, jedoch noch glühend, unter einem Hammer mit breiter Bahn zu Pulver zerpocht. Liegen aber Frischfeuer und Blauöfen nicht zusammen, so müssen die Flossen erst in einem Feuer rothglühend gemacht werden, um sie zerpochen zu können.

Das Roheisenpulver wird mit Glühspan und gepülverter Garschlacke gemengt und dann durch langsames Niederschmelzen zur Gare gebracht. — Der 22 Zoll breite und 24 — 26 Zoll lange Heerd besteht aus einem Boden von Ziegelsteinen und aus eisernen Zacken, und der Löschboden liegt etwa 7 Zoll von der stark geneigten Form entfernt, durch welche nur ein schwacher Windstrom geführt wird, weil die Masse möglichst langsam niedergehen muss.

Die Arbeit beginnt mit dem Ausheizen und Ausschmieden zu Kolben der beiden Luppenstücke, und gleichzeitig wird schon etwas vor der aus gepochtem Roheisen, Glühspan etc. bestehenden Beschickung über die Kohlen gestreut, bis nach und nach etwa 140 bis 150 Pfund Beschickung zu einer Luppe eingerennt werden. Darauf wird das Feuer abgeräumt, die etwa 100 Pfund schwere Luppe ausgebrochen und unter dem Hammer in zwei Stücke zerschroten. — Die Kolben werden in einem besondern Wärmfeuer ausgeheizt und zu Stäben ausgezogen; jedoch wird in demselben während des Ausschweissens der beiden Kolben auch etwas Beschickung in's Feuer gebracht und davon eine kleine Luppe, welche nur einen Kolben giebt, gemacht. — Beide Feuer liefern wöchentlich 28 bis 30 Centner Roheisen; der Eisenabgang beträgt bei den vielen garen Zuschlägen nur 13 bis 15 Procent, wogegen aber zu 100 Pfund Stabeisen über 45 Cubikfuss Kohlen erforderlich sind, wobei nicht einmal diejenigen gerechnet werden, die zum besondern Glühen des Roheisens erforderlich sind.

Die Hart- und Weichzerrennschmiede.

Diese ist, wie schon bemerkt, eine Abart der Steyerschen Einmalschmelzerei, welche blumige Flossen verarbeitet und dieselben daher vorher durch Braten vorbereitet. Die vom Blauofen kommenden Flossen, die aus grauem, bei einer leichtflüssigen Beschickung erblasenem Roheisen bestehen, werden daher noch einmal in einem besondern Feuer, dem Hartzerrennheerde, eingeschmolzen, das Roheisen in Scheiben gerissen, die Scheiben werden gebraten und dann in einem zweiten, dem Frischheerde, dem sogenannten Weichzerrennheerde, verfrischt. In Kärnthen nennt man diese Methode: das Verfrischen des gebratenen Scheibeneisens nach vorhergegangenem Blattlheben am Zerrennheerde. Sie liefert ein weit besseres Product, als die Bratfrischschmiede, indem durch das Umschmelzen ein grosser Theil der fremdartigen Beimischungen des Roheisens durch Verschlackung abgeschieden wird.

Die Hartzerrennheerde bestehen aus eisernen Platten mit einem Boden von Steinen, der hoch mit Kohlenlösche bedeckt ist. Die Form erhält eine so starke Neigung, dass der Wind die Mitte der Grube trifft; auch hat sie, zur Bewirkung eines hitzigen Schmelzens, eine recht enge Mündung. Ein Feuer liefert bei ununterbrochenem Betriebe in 24 Stunden 30 Centner Scheiben und ist für zwei Weichzerrennheerde hinreichend.

Das Einschmelzen erfolgt ohne alle Zuschläge, sehr schnell und unter steter Bedeckung mit Kohlen. Ist der Heerd voll, so wird das Gebläse eingestellt, es werden

die Kohlen abgeräumt, die Schlacke mit der Schaufel abgehoben, das flüssige Roheisen durch Begiessen mit Wasser auf der Oberfläche zum Erstarren gebracht und die sich bildenden festen Scheiben mittelst Brechstange und Ofengabel abgehoben. Schlacken werden nicht abgelassen, da sich wenige bilden, die theils abgehoben werden und theils zum Decken und zum Schutze gegen den Wind für das eingeschmolzene Roheisen dienen müssen.

Die Scheiben kommen nun zum Braten oder Glühen, welcher Process ganz derselbe, wie der mit den unmittelbar am Blauofen erhaltenen Scheiben, ist und im Bratofen oder Bratheerde ausgeführt wird.

Die Bratöfen sind gemauerte, backofenartige Gewölbe, unten an der Sohle mit einigen Zuglöchern und oben mit einer Oeffnung zum Abziehen der Dämpfe versehen. Erstere werden nur wenig geöffnet, weil der Process sehr langsam vor sich gehen muss. Es wird bei dem Braten ein grosser Theil des Kohlegehalts abgeschieden und verbrannt, zugleich aber die Oberfläche der Scheiben oxydirt, so dass dieselben ein halb gefrischtes Ansehen haben und auf der Oberfläche eine Glühspandecke zeigen.

Zu unterst in dem Bratofen kommt eine Schicht Kohlenlösche, darauf werden die Scheiben mit der hohen Kante dicht nebeneinander gestellt, jedoch ihre Berührung durch zwischengestreute Kohlenlösche verhindert. Es kommen in einem etwa 6 Fuss langen und breiten Ofen drei Reihen nebeneinander, welche wieder mit einer 6 Zoll hohen Löscheschicht bedeckt werden. Auf diese kommen drei neue Reihen, dann wieder eine Schicht Kohlenlösche und zuweilen auch noch eine dritte Schicht, wogegen aber oft nur zwei und auch wohl nur eine Schicht aufgestellt wird. Zum Eintragen dient entweder eine Thür an der Vorderseite, oder es sind zwei Seiten des Ofens ganz offen; die unterste Löschschicht wird angezündet.

Mehr noch wendet man die Bratheerde an, die den Saigerheerden bei'm Kupferhüttenprocesse ähnlich sind und sich von den gewöhnlichen Frischheerden dadurch unterscheiden, dass sie keine Gruben haben, sondern aus einem etwa 6 Fuss langen, entweder gemauerten, oder aus losen Steinen und Schlackenstücken zusammengesetzten, 8 Zoll tiefen Canale bestehen, der seiner ganzen Länge nach von dem Winde der Form bestrichen werden kann. Dieser Canal wird mit Kohlen bedeckt; auf dieselben werden schon gebratene platte Roheisenstücke so gelegt, dass Zwischenräume zwischen denselben bleiben. Auf dieselben stellt man die zu bratenden Scheiben mit ihrer hohen Kante von der Form bis zur entgegengesetzten Seite, so dass sie ihre breiten Flächen der Form zukehren. Zwischen die Scheiben wird Kohlenlösche geschüttet, und, um die ganze Masse zusammenzuhalten, werden an den beiden langen Seiten Vorsetzbleche angebracht, oder man umstellt die Masse auch wohl mit angefeuchteten Bretern und Kohlenlösche. Darauf werden die im Canale befindlichen Kohlen angezündet.

Zu einer Operation kommen, je nach der Grösse des Heerdes, 20, 30 bis 40 Centner Flossen, die 12 bis 15 Stunden in Rothglühhitze erhalten werden. Ein Abgang findet dabei nicht statt, sondern eine Gewichtsvermehrung.

Das Verfrischen der gebratenen Scheiben ist dasselbe, wie das bei der Steyerschen Einmalschmelzerei, die ungebratene luckige Flossen verbraucht. Der Abgang von den Flossen bis zum fertigen Grobeisen beträgt 15 bis 16 Proc., wovon 6 bis 8 Proc. auf das Hartzerrennen kommen. Der Kohlenverbrauch beträgt etwa 40 Cubikfuss auf 100 Pfund Stabeisen.

Die Kartitschschmiede,

in einigen Gegenden ebenfalls Hart- und Weichzerrennfrischerei, in andern auch die Schwäbische Frischmethode genannt, unterscheidet sich dadurch von der vorhergehenden, dass das Roheisen in dem Hartzerrennheerde sogleich mit garenden Zuschlägen zu einem einzigen Klumpen (Kartitsch, Kortitsch, Hase) eingeschmolzen, dass dieser aus dem Feuer ausgebrochen, noch glühend zerschlagen und dann nach Art der Steyerschen Einmalschmelzerei in dem Weichzerrennheerde verfrischt wird. Das ungeschmolzene Roheisen wird nie gebraten.

Die Kartitscharbeit wendet sowohl blumiges Floss, als graues Roheisen an, bei letzterm aber mehr garende Zuschläge, als bei dem erstern. Sie liefert ein vorzüglich festes und zähes Stabeisen, jedoch nur bei grossem Kohlenaufwande. Der Frischprocess im Weichzerrennfeuer ist ebenfalls die Steyersche Einmalschmelzerei. — Die Grube des Hartzerrennheerdes ist, in der Regel, ausgemauert und mit Kohlenlösche ausgestampft.

Die Läuterfrischschmiede.

Sie unterscheidet sich von den beiden letzten Frischmethoden nur dadurch, dass bei derselben zwar ebenfalls graues Roheisen in einem besondern Heerde, dem Läuterheerde, eingeschmolzen, aber das eingeschmolzene Roheisen durch den Windstrom des Gebläses in einen halbgaren Zustand, nämlich etwa in den der luckigen Flossen, versetzt wird. Die halbgare Masse wird sodann aus dem Heerde gebrochen, zerschlagen und auf dieselbe Weise, wie bei der Steyerschen Einmalschmelzerei, oder der sogenannten Schwahlmanipulation, verfrischt.

Der Läuterheerd besteht aus vier gegossenen Zacken und aus einem aus Lehm und Sand bereiteten Boden, auf welchem Kohlenlösche festgestampft worden. Das einschmelzende Roheisen wird in Zangen gepackt, um es nach und nach anzuheizen, und zwar werden 180 Pfund in 3 Zangen vertheilt. Das Einschmelzen erfolgt in $1\frac{1}{2}$ Stunden und dann kommt das Läutern. Hierbei werden die Kohlen durch die Schlacken, welche in der Höhe der Formöffnung im Heerde steht und während der Operation nicht abgelassen wird, stets gehoben, wesshalb sie mit einem eisernen Haken ununterbrochen zusammengebracht und oft mit Wasser begossen werden müssen. Setzt sich an dem Schlackenspiesse ein dünnes, strahlgraues Häutchen an, so ist die Operation beendigt, man stellt das Gebläse ein, zieht die Schlacke ab und bricht das halbgare Eisen aus dem Heerde. Der Roheisenabgang beträgt 7 bis 9 Procent, und 100 Pfund erfordern 7 bis 8 Cubikfuss Kohlen. — Die Läuterfrischschmiede liefert ein gutes Roheisen, jedoch mit grossem Aufwande an Eisen und Kohlen.

Vergleicht man die verschiedenen Frischmethoden, so ergiebt sich sogleich, dass sie nur Modificationen eines und desselben Verfahrens, der Einmalschmelzarbeit, sind, deren Zweck auf die Vorbereitung des Roheisens zum Frischprocesse gerichtet ist. Bei der Brocken- und bei der Brechschmiede, welche in Frankreich und in der Lombardei unter dem gemeinschaftlichen Namen: *Affinage bergamasque* bekannt sind, erfolgt die Vorbereitung des Roheisens und das Frischen der vorbereiteten Eisenmassen in einem und demselben Heerde. — Bei der Hart- und Weichzerrennfrischschmiede, bei der Kartitsch- und bei der Löschfeuerschmiede wird die Vorbereitung des Eisens in einem besondern und das Frischen in einem zweiten Heerde vorgenommen. In Frankreich

sind diese drei Verfahrungsarten unter dem gemeinschaftlichen Namen: *Affinage nivernais* bekannt. Oft besteht die Vorarbeit, welche mit dem Roheisen in dem Schmelz- oder Vorbereitungsheerde vorgenommen wird, nur in einer einfachen Umschmelzarbeit, wobei des Roheisen in einem so flüssigen Zustande eingeschmolzen wird, dass es durch die Schlackenöffnung aus dem Heerde abgelassen und in dem noch flüssigen Zustande mit Wasser begossen wird. Diess Verfahren kann man füglich mit demjenigen bei der Hart- und Weichzerrennarbeit vergleichen, nur dass hier das Roheisen nicht im flüssigen Zustande aus dem Heerde genommen, sondern in diesem selbst mit Wasser begossen und in einzelnen Scheiben herausgehoben wird. — In andern Fällen wendet man eine Art Kartitsch- oder auch Läuterarbeit an. — Zuweilen wird das aus dem Vorbereitungsheerde abgelassene, umgeschmolzene Roheisen nach dem Zerschlagen gebraten, zuweilen unterlässt man diess. Das Braten geschieht entweder in Oefen, oder in Heerden, zuweilen wohl nur zwischen glühenden Hohöfenschlacken, wodurch der Zweck vollständig erreicht wird.

Die deutsche Frischschmiede bereitet das Roheisen durch ein- oder mehrmaliges Rohaufbrechen und daher bei ungestörtem Fortgange des Processes vor. Diess Verfahren ist offenbar das vollkommenste und dasjenige, durch welches der geringste Eisen- und Brennmaterialverlust veranlasst wird.

Die Südwalliser Frischarbeit.

Hierbei bedient man sich des bei Coaks in besondern Heerden angefertigten Feineisens, wobei das Roheisen durch das Umschmelzen in jenen Heerden in den Zustand des luckigen oder wenigstens des blumig-luckigen Flosses versetzt wird. Sie würde also mit dem an sich nicht erheblichen Unterschiede, dass sie nicht Holzkohle, sondern Coaks zum Umschmelzen — zum Hartzerrennen — des Roheisens anwendet, ganz mit der Kartitscharbeit übereinstimmen, wenn sie sich von dieser nicht noch dadurch unterschiede, dass sie das im Feineisenfeuer erhaltene weisse Roheisen unmittelbar und in einem noch flüssigen Zustande in den Frischheerd leitet, welcher daher immer in einer tiefern Sohle unter dem Feineisenfeuer liegen muss. Das Feineisenfeuer hat ungleich geringere Dimensionen, als gewöhnlich, weil jedesmal nur soviel Roheisen, als zu einer Luppe erforderlich ist, umgeschmolzen wird. In den eigentlichen Frischheerden werden Holzkohlen angewendet, und das durch Begiessen mit Wasser zum Erstarren gebrachte Feineisen wird brockenweise mit der Brechstange gegen die Form geführt, um in dem Windstrome vor der Form cementirt zu werden. Man erhält dabei nicht eine einzige zusammenhängende Luppe, sondern einzelne kleine Frischstükken von 10 bis 12 Pfunden, welche unter einem Hammer zu Kuchen oder Platten ausgeschmiedet werden. Diese Kuchen sind noch nicht ganz fertiges Stabeisen, sondern sie befinden sich etwa in dem Zustande der Gare, wie das gefrischte Eisen aus den Stücköfen. Die Arbeit im Frischheerde geht daher sehr schnell, und es werden zu 100 Pfund von dem stahlartigen rohen Producte etwa $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Cubikfuss Holzkohlen aus hartem Holze verbraucht. Die noch nicht ganz garen Kuchen erhalten ihre völlige Gare durch Cementiren in glühender Luft auf eine ganz eigenthümliche Weise in den sogenannten Schweiss- oder Warmöfen (Hohlfeuer, *Hollow-fire e.*). In diesen Oefen kommt das Eisen mit dem Brennmaterial nicht mehr in unmittelbare Berührung, sondern es wird nur der glühendheissen Luft ausgesetzt, die durch ein heftiges Verbrennen der Coaks

vor einem Gebläse entwickelt wird. Ob dem Eisen bei diesem Cementiren mit Luft durch den Sauerstoff eines unzersetzt gebliebenen Theils der atmosphärischen Luft aus dem Gebläse der Kohlenstoffgehalt vollständig entzogen wird, oder ob das kohlensaure Gas in der Glühhitze die Eigenschaft besitzt, sich in Berührung mit dem Kohle haltenden Eisen in Kohlenoxydgas umzuändern, bleibt, nach der Meinung des Herrn Karsten, ein für den Eisenhüttenmann sehr wichtiger Gegenstand künftiger Untersuchungen. Die Schweissöfen dienen indess nicht bloss dazu, stahlartiges und noch rohes Eisen vollständig zu entkohlen und es dabei zugleich in Schweisshitze zu versetzen, sondern man wendet sie mit dem grössten Vortheile auch dazu an, altes Stabeisen, Blechabschnitte etc. mit dem geringsten Verluste an Eisen bis zur Schweisshitze zu bringen und dann unter dem Hammer oder unter den Walzen zu einer Masse zu vereinigen, worüber weiter unten, im 5. Abschnitte dieser Abtheilung, näher geredet werden wird. Das auf diese Weise aus Abgängen von Stabeisen und aus alten Stabeisenbrocken zusammengeschweisste Eisen nennt man in England *fagotted iron* und daher die Schweissöfen auch wohl *fagotted iron furnaces*. In den Zeichnungen Fig. 3 bis 5, Taf. 20, stellt Fig. 4 den Horizontaldurchschnitt nach der Linie *xy* in Fig. 3 u. 5 vor. Fig. 3 ist ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie *KI*, und Fig. 5 ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie *LM* des Grundrisses oder des Horizontaldurchschnittes. Der Schweissofen besteht aus zwei Abtheilungen *a* und *b*. Die erste Abtheilung *a* hat zwei Thüren, durch welche das auszuschweissende Eisen hineingebracht wird. In diesem Raume findet auch das Verbrennen der Coaks statt, zu welchem Zwecke derselbe an der einen Seite mit einer Formöffnung versehen ist, die den Wind aus dem Gebläse in den Raum *a* leitet, welcher etwa 2 Fuss lang, 2 Zoll breit und 3 Fuss hoch ist. Der Raum *b* wird durch die Flamme oder durch die glühende Luft aus dem Raume *a* erhitzt, indem sie durch die Oeffnung *C* aus der Abtheilung *a* nach *b* entweicht. Statt der einen Oeffnung *C* lassen sich in der Scheidewand, welche die Abtheilungen *a* und *b* trennt, auch mehrere Oeffnungen anbringen. Der Raum *b* dient zum Anwärmen der Kuchen oder des zu schweissenden Eisens. Wenn in den Schweissöfen gearbeitet werden soll, so wird der Raum bis zu der Höhe der beiden Thüröffnungen mit Coaks angefüllt, die sich allmälig entzünden müssen. Sobald sie in Gluth gekommen, legt man 3 oder 4 von den luckenartigen Scheiben auf einen geschmiedeten eisernen Stab, von welchem jedesmal zwei zugleich in den Ofen geschoben werden. Die Einrichtung geht aus der Zeichnung selbst hervor. Hat das Eisen durch die aus den Coaks entwickelte Gluth eine starke Schweisshitze erhalten, so wird es unter einem schweren gusseisernen Hammer, welcher in einer Minute etwa 100 Schläge macht, zusammengeschlagen und zu 4 Zoll Breite, 2 Zoll Dicke und 3 Fuss Länge ausgestreckt. — Diese kleinen Oefen bestehen aus feuerfesten Ziegeln, welche zuweilen auch wohl einen Mantel von Gusseisen erhalten oder auf andere Weise verankert werden.

Man zieht das bei dieser Südwalliser Frischarbeit erhaltene Stabeisen in der Güte dem Stabeisen vor, welches die Flammenfrischöfen liefern, und wendet es vorzüglich bei der Blechbereitung an. Es wird in dem Verhältnisse von 7 zu 4 theurer, als das im Flammofen bereitete Stabeisen, bezahlt.

Zweites Capitel.

Verbesserungen und Vervollkommnungen bei den Frischfeuern.

Bedeckte Frischfeuer.

Wir bemerkten schon weiter oben, dass ehemals alle Frischfeuer unter weiten Essen lagen und einen bedeutenden Oberflächenraum einnahmen. Diese Einrichtung, welche man in allen ältern, sowie auch in einer Menge von neuern Hütten findet, hat besonders in Beziehung auf die gute Benutzung der Brennmaterialien viel Nachtheiliges. Die durch die Wirkung des Windes, oder durch die Arbeit im Feuer ausserhalb desselben zerstreuten Kohlen verbrennen ohne irgend einen Nutzeffect. Ausserdem verbreitet sich alle durch Strahlung entwickelte Wärme nach Aussen, ohne bei dem Frischprocesse zu nützen. Man verhindert diese Nachtheile, wenn man das Feuer mit einem Mantel umgiebt, welcher die Verbrennungsoberfläche auf dasselbe selbst beschränkt, und welcher dazu beiträgt, dass die strahlende Wärme die im Feuer vermehrt.

Der das Feuer umgebende Mantel besteht aus gusseisernen Platten von etwa 1 Meter Breite und Höhe und von 6 bis 8 Centimeter Stärke. Die Vorderplatte ist mit einer 0,50 Meter breiten und 0,45 Meter hohen Thür versehen, durch welche in dem Heerde gearbeitet wird. Die Platte an der Gichtseite hat eine Oeffnung von 0,30 und 0,20 Meter, durch welche die zu wärmenden Kolben und Stäbe in das Feuer gebracht werden; und die Platte der Aschen- oder Rückseite ist ebenfalls mit einer Oeffnung versehen, durch welche man das Roheisen in den Heerd schiebt. Der obere Theil ist mit einem Gewölbe von Ziegelsteinen geschlossen, welches ohngefähr 1,40 von dem Boden entfernt liegt und mit einer Esse versehen ist, die entweder unter der ältern weitern Esse liegt, oder welche die Producte der Verbrennung unmittelbar nach Aussen führt. Statt sehr dicke gusseiserne Platten anzuwenden, ist es zweckmässiger, sich dünner Platten zu bedienen und die inneren Seiten über dem Feuer mit Ziegelsteinen zu versehen. Eine solche Einrichtung ist wohlfeiler und veranlasst einen geringern Wärmeverlust.

Wenn man diesen Apparat unter der Esse eines alten Frischheerdes anbringt, so richtet man ihn so ein, dass zwischen der innern Fläche der Esse und der äussern Wand der Vorderplatte ein freier Zwischenraum von 0,10 bis 0,12 Meter Breite bleibt, wodurch eine Art Esse entsteht, mittelst welcher die Dämpfe abgeführt werden, welche aus der häufigen Anfeuchtung der Arbeitsplatte entstehen, und die ohne diese Vorsicht den Arbeitern oft hinderlich seyn könnten; wird das Feuer aber ganz neu aufgeführt, so bringt man diese Esse in der Stärke der Vorwand an, und sie steht mittelst einer Röhre mit der allgemeinen Esse zur Abführung der Gase in Verbindung. Fig. 9, Tafel 37, giebt einen genauen Begriff von dieser Einrichtung.

Die bedeckten Heerde veranlassen stets auf dem Gewölbe die Anhäufung einer sehr grossen Menge feinen Staubes, der aus Schlacken, Asche und Kohlenlösche besteht. Das Herabfallen dieses Staubes auf das im Frischen begriffene Eisen hat einen nachtheiligen Einfluss auf dasselbe und muss durch häufige Reinigungen aller innern Theile des Heerdes vermieden werden. Ausser diesem ausnahmsweisen Umstande,

bleibt die Qualität des Products in den bedeckten Frischfeuern dieselbe, wie in den unbedeckten.

Die durch Anwendung der bedeckten Feuer bei dem Frischprocesse erlangte Brennmaterial-Ersparung ist nicht überall dieselbe, und sie ist um so bedeutender, je schlechter der Betrieb der ältern offenen Feuer war. Nehmen wir 20 Procent an, so ist diess eine fast immer übertroffene Zahl.

Bedeckte Frischfeuer mit Glühofen.

Ehe wir weiter gehen, wollen wir erst das Nöthige über die Zusammensezzung der aus den Frischfeuern entweichenden Gase sagen. Auch hierüber hat der rühmlichst bekannte Bergwerks-Ingenieur, Herr Ebelmen, Versuche angestellt und sie in den *Annales des mines,* 4te Reihe, Bd. 3 und 5, bekannt gemacht.

a) Gasgemenge während der Periode des Schmiedens:

	(1.)	(2.)	(3.)
Kohlensaures Gas	15,73	13,51	7,70
Kohlenoxydgas . .	8,06	12,44	20,31
Wasserstoffgas . .	0,70	0,90	0,37
Stickgas	75,51	73,15	71,62
	100.	100.	100.

(1) Das Ende des Flintenlaufs, wodurch das Gas aufgefangen wurde, befand sich bei den Formen des Comté-Feuers zu Audincourt in Frankreich, wo Herr Ebelmen die Versuche anstellte, gegenüber und in Berührung mit dem Luppenstücke, welches die Schweisshitze erhalten sollte. Das Gas ward kurze Zeit nach dem Einhalten des Luppenstücks gesammelt. Der Schenkel des Eisenrohrs ward weissglühend und verbrannte bei dem Herausziehen aus dem Heerde an der Luft. Das Ansaugen war schon nach Verlauf von zwei Minuten beendigt.

(2) Das Gas war in derselben Gegend im Heerde, aber in etwas grösserer Höhe (über den Formen) gesammelt.

(3) Ebenfalls, aber in noch grösserer Höhe.

Das auf der Windseite im Heerde gesammelte Gasgemenge zeigte folgende Zusammensetzungen:

Kohlensaures Gas	1,64	1,67	6,15
Kohlenoxydgas .	29,20	27,85	24,11
Wasserstoffgas .	1,92	2,44	1,30
Stickgas	67,24	68,04	68,44
	100.	100.	100.

b) Gasgemenge während der Periode des Frischens.

Kohlensaures Gas	11,97	12,42	10,25	9,36
Kohlenoxydgas .	8,91	2,65	1,38	0,40
Wasserstoffgas .	3,15	0,78	0,00	0,22
Sauerstoffgas . .	1,12	4,10	6,52	6,95
Stickgas	75,05	80,05	81,85	83,07
	100.	100.	100.	100.

Als Resultat der Untersuchungen der bei dem Verfrischungsprocesse des Roheisens im Heerde sich entwickelnden Gasgemenge ergiebt sich, dass diess Gemenge ein sehr veränderliches ist, und dass die Verschiedenheiten der Mengungsverhältnisse theils von den Puncten im Heerde, von welchen das Gemenge entnommen wird, theils von dem Verlaufe des Frischprocesses selbst abhängig sind. Im Allgemeinen wird das Mengungsverhältniss in der ersten Periode der Frischarbeit durch einen bedeutenden Gehalt des Gemenges an Kohlenoxydgas, und in der letzten Periode durch einen beträchtlichen Gehalt an freiem Sauerstoffgas characterisirt.

Unter allen Bedingungen sind diese Gase brennbar, und man kann sie daher, indem sie aus den Feuern entweichen, zur Feuerung von Flammöfen, zur Erhitzung der Gebläseluft, zum Dörren des Holzes, oder auch zur Feuerung der Dampfkessel benutzen.

Von allen diesen Benutzungen ist die allgemeinste diejenige, welche darin besteht, mit den Frischfeuern Flammöfen zu verbinden, in denen die Verbrennung der Gase erfolgt. Die Oefen können so eingerichtet werden, dass man entweder das alte Verfahren, die Gänse in dem Heerde anzuwärmen, beibehält, oder dass man kleine Roheisenstücke oder Platten in den Flamm- oder Glühöfen wärmt. In diesem Falle theilt man den Ofen in zwei Theile, von denen der eine, welcher dem Feuer zunächst liegt, zum Vorwärmen des Roheisens dient, während der andere, zwischen dem erstern und der Esse liegende, zum Glühen des Eisens angewendet wird.

Die innern Dimensionen, sowie die der Thüren, hängen von den darin zu glühenden Stücken ab. Die Esse am Ende des Apparats braucht nur einen sehr schwachen Zug zu haben; denn wenn er zu stark ist, so kühlt sich der Ofen ab, statt sich zu erwärmen, indem alsdann eine grosse Menge kalter Luft durch die Arbeitsöffnungen des Frischfeuers einströmt. Es ist daher zweckmässig, dass man sich das Mittel bewahrt, den Zug mittelst eines Registers, welches unten in der Esse angebracht ist, reguliren zu können.

Der Ofen, von denen die Fig. 8 — 10, Taf. 37, eine Abbildung geben, nimmt die Gase von zwei Frischfeuern auf. Die erste Abtheilung, *A*, dient zum Anwärmen der Roheisenstücke; die zweite, *B*, dient zum Glühen des Eisens. Die Thür der ersten Abtheilung, *A*, wird nicht vollständig verschlossen; man lässt sie etwas offen, damit die Luft die ganze Verbrennung der Gase bewirken könne. Ohne diese Vorsichtsmaassregel würde es zweckmässig seyn, eine kleine Oeffnung zum Einströmen der Luft zwischen den beiden Abtheilungen *A* und *B* anzubringen. Die Esse ist 12 Meter hoch und 0,45 Meter weit. An der Vorderseite jeden Feuers hat man einen Raum *T* angebracht, welcher mit der Esse durch eine blecherne Röhre in Verbindung steht, und der zum Abziehen der warmen Luft und der Wasserdämpfe dient, welche sich über der Arbeitsplatte entwickeln.

Die Temperatur der Oefen. — Die höchste Temperatur, die man in den verschiedenen Oefen dieser Art erreichen kann, ist die, in welcher das Roheisen schmilzt. Stücke von halbirtem Roheisen, von 25 — 30 Kilogrammen Gewicht, schmolzen nach einem Aufenthalte von 20 Minuten in dem vordern Theile des Ofens; niemals aber konnte man die Schweisshitze erreichen. Zehn Minuten sind gewöhnlich hinreichend, um die Roheisenstücke rothglühend zu machen, und in diesem Zustande werden sie mittelst der Brechstange unmittelbar in das Frischfeuer gestossen. Im Allgemeinen ist es nicht zweckmässig, dem vorzuwärmenden Roheisen einen höhern Hitzgrad mitzu-

theilen, weil sie alsdann zu rasch schmelzen und das Frischen schlecht geht, besonders wenn man sehr graues Roheisen behandelt.

Holzkohlenersparung. — Die aus dem Vorwärmen des Roheisens entstehende Holzkohlenersparung steht nicht, wie man es glauben könnte, im geraden Verhältnisse zu der Zeit, die man bei'm Schmelzen erspart, indem bei einem schnellen Einschmelzen sich das Roheisen während der ersten Periode des Processes wenig entkohlt, und weil man alsdann das Rohaufbrechen wiederholen muss, um ein gut gefrischtes Eisen zu erhalten. Dennoch findet eine Ersparung statt, die sich, nach den in der französischen Provinz Berry erhaltenen Resultaten, zu 30 Procent annehmen lässt.

Wenn das Eisen ausgeschmiedet wird, und wenn alle Stäbe in dem Feuer selbst gewärmt werden, so ist die aus dem neuen Verfahren hervorgehende Ersparung oft weit weniger bemerkbar. Man kann sich davon jedoch sehr leicht Rechenschaft geben, wenn man bemerkt, dass in diesem Falle die Arbeiter nur ihrer empirischen Geschicklichkeit folgen, und das Frischen sehr langsam führen, um sich Zeit zu lassen, alles auszuschmiedende Eisen wärmen zu können. Ein solches Verfahren ist aber gegen jeden guten Haushalt, indem nur die Luppenstücke in dem Feuer gewärmt werden dürfen, die Kolben und Zagel aber stets in dem Glühofen, dessen Temperatur hoch genug dazu ist.

Heizwerth der entweichenden Wärme. — In sehr vielen Hütten, in denen das bei Holzkohlen gefrischte Eisen mittelst Walzen ausgestreckt wird, beruht fast die ganze Fabrication auf der Benutzung der entweichenden Wärme. Ein einziges Feuer reicht hin, um 4500 bis 7000 Kilogramme (90 — 130 Centner) Stabeisen in 24 Stunden rothglühend zu machen, so dass es ausgewalzt werden kann. Die Dauer des Wärmens hängt von den Dimensionen der Stäbe und von dem Wärmegrade ab, den man erreichen will. Gewöhnlich wärmt man auf diese Weise Kolben oder Quadrateisen von 0,030 bis 0,035 Meter Stärke, die in einer einzigen Hitze zu Bandeisen, oder zu 0,006 bis 0,008 Meter starkem Rundeisen ausgewalzt werden soll; oder man wärmt Flachstäbe von 0,07 bis 0,09 Meter Breite und 0,012 bis 0,025 Meter Stärke, welche für das Schneidwerk bestimmt sind; oder endlich, man wärmt Flachstäbe von 0,100 bis 0,025, welche man mittelst wiederholten Glühens und Auswalzens in Blech verwandelt.

Wir kommen später speciell auf diese verschiedenen Fabricationen zurück; für den Augenblick ist es hinreichend, die grossen Vortheile festzustellen, welche aus einer geschickten Anwendung dieser Processe hervorgehen. Herr Thirria, welcher eine grössere Arbeit über diesen Gegenstand geliefert hat (Berg- und Hüttenmännische Zeitung, Jahrg. 1842, S. 133 u. s. f.), ist zu der Folgerung gelangt, dass im Durchschnitt ein Frischfeuer, welches 45 Kilogramme Holzkohlen verschiedener Art verbraucht, durch das Glühen des Eisens dieselbe Wirkung hervorbringt, als 29 Kilogramme Steinkohlen erster Art. Nimmt man nun an, dass diese 29 Kilogramme Steinkohlen in ihrer Heizkraft 32 Kilogr. Holzkohlen gleich sind, so findet man, dass die gekohlten Gase, welche aus Frischfeuern strömen, eine Heizkraft besitzen, welche 70 Procent von dem bei dem Betriebe erforderlichen Holzkohlen beträgt.

Wendet man die entweichende Wärme zu Feuerung der Dampfkessel an, so kann man mittelst einer guten Dampfmaschine einen Nutzeffect von 9 bis 10 Pferdekräften auf das Feuer erlangen, d. h., man erhält hinreichende Betriebskräfte für das Gebläse und die Hämmer. Wassergefälle sind daher eben so wenig für die mit Holzkohlen betriebenen Frischhütten unbedingt nothwendig, wie bei den Hohöfen. In beiden

Fällen ist die entweichende Wärme des chemischen Apparates hinreichend, um die mechanische Kraft hervorzubringen. (Man sehe die Figg. 1—7, Taf. 37.)

Frischfeuer mit zwei und mit drei Formen.

Seit mehreren Jahren wendet man in Ungarn Frischfeuer an, denen der Wind durch zwei Formen zugeführt wird, die einander gegenüber liegen. Die Zacken, welche diese Formen tragen, liegen 1,106 Meter auseinander, wogegen die beiden andern Zacken 0,76 bis 0,80 Meter voneinander entfernt sind. — Drei Frischer verfrischen in 8 Stunden 600 Pfd. Roheisen, welche 523 Pfd. Stabeisen (grösstentheils durch Anlaufnehmen erhalten) geben; während bei dem alten Verfahren in derselben Zeit aus 350 Pfd. Roheisen 297 Pfd. Stabeisen, bei einem relativen Holzkohlenverbrauch, erfolgten, der in beiden Fällen fast gleich war. Die ganze Ersparung dieser Methode bezieht sich auf die Arbeitslöhne, und ist ebenfalls noch gering, weil der zu ersparende Arbeiter höchstens ein Lehrling seyn kann, der nicht viel Lohn erhält; übrigens sind wir, wegen Mangel an Datas, nicht im Stande, den Werth dieses Systems genau zu bestimmen. Ein ähnliches Verfahren wendet man auch seit einiger Zeit in Frankreich an; es besteht ebenfalls darin, dass zwei Frischer in einem Feuer arbeiten. Die Windführung findet durch drei Formen statt, die auf einer und derselben Seite liegen, und die drei Gänse werden auf der Gichtseite aufgesetzt, parallel mit dem Aschen- und dem Schlackenzacken, vor denen sich die beiden Frischer stellen.

In einer Hütte des Departements der obern Marne, wo man diese Methode anwendet, producirt ein Feuer 25000 Kilogramme Stabeisen in 1 Monat, und es sind zu 1000 Kilogrammen Stabeisen 1250 Kilogramme Roheisen und 6,35 Cubikmeter Holzkohlen erforderlich. In der Hütte zu Tronçais producirt ein auf diese Weise betriebenes Frischfeuer, welches mit warmer Luft gespeist wird, und bei welchem man das Roheisen durch die entweichende Hitze vorwärmt, 32000 Kilogramme Kolben monatlich, mit einem Holzkohlenverbrauch von etwa 5 Cubikmeter auf die 1000 Kilogramme.

Zu Montblainville im Maasdepartement hat man neuerlich auch die aus einem Frischfeuer entweichenden Gase zur Feuerung eines Puddelofens angewendet. Das Frischfeuer wird mit einem Gemenge von Holzkohlen und getrocknetem oder gedörrtem Holz gespei'st. Die aus dem Feuer entweichenden Gase werden einem Flammofen zugeführt, der im Allgemeinen die Einrichtung von Fig. 7 u. 8, Taf. 38, hat. Er ist mit einer Feuerbrücke und mit einem Fuchse versehen, und es wird ihm über der Feuerbrücke, wie bei den gewöhnlichen Gaspuddelöfen, die wir in dem nächsten Capitel näher kennen lernen werden, mittelst 7 Düsen, zur Verbrennung der Gase, ein Strom von erhitzter Luft zugeführt, welche in einem unter der Esse angebrachten Apparat bis auf 300° erwärmt wird. Der Apparat hat eine ähnliche Einrichtung wie der in Fig. 9, Taf. 38, abgebildete. Hinter dem Puddelofen und unter dem Lufterhitzungs-Apparat ist ein Raum befindlich, in welchem das zu verfrischende Roheisen vorgewärmt wird. Ein geringer Theil der Wärme, wird mittelst eines Apparates, der auf dem Vorwärmheerd folgt, und durch einen gusseisernen oder blechernen Ventilator, angesogen und unter die Meiler geführt, in denen das in den Frischfeuern angewendete Holz getrocknet oder gedörrt wird. In dem Frischfeuer waren zu 1000 Kilogrammen Stabeisen erforderlich:

Roheisen	1425	Kil.
Kohle	1,97	Cub.-Met.
Getrocknetes Holz	13,67	- -

Im Puddelofen wurden zu 1000 Kilogrammen Luppen 1090 Kilogramme Roheisen verbraucht. *(Annales des mines, 4me Serie, Tom. VI., p. 461 etc.)*

Heerdfrischen mit erhitzter Gebläseluft.

Wirkung der erhitzten Luft.

Der Anwendung der erhitzten Luft bei den Hochöfen folgte sehr bald die bei den Frischfeuern; in diesem letztern, wie in dem erstern Falle, haben die Resultate nach der Beschaffenheit der Materialien, sowie nach der Leitung der Versuche geschwankt. Endlich aber hat sich das Verfahren sehr verbreitet, und es ist diess die am wenigsten unzweideutige Berücksichtigung, die man zu seinem Gunsten anführen kann. Wir wollen seine Wirkungen näher betrachten:

1) Die chemische Einwirkung der Luft auf die Kohle ist in einer hohen Temperatur viel kräftiger, als in einer niedrigen; sie bringt eine weit intensivere Hitze hervor, bringt das Metall eher zum Schmelzen, beschleunigt seine Entkohlung, und sucht durch die überschüssige Wärme, die sie entwickelt, die Flüssigkeit der Substanzen zu erhalten. Es sind diess die Elemente, die man nach der Beschaffenheit des Brennmaterials und des Roheisens berücksichtigen, wobei man aber auch die Temperatur der Luft und den Feuerbau gehörig in Anschlag bringen muss.

2) Der Erfolg der erhitzten Luft hängt grossentheils von einer Regulirung der Temperatur derselben ab.

Harte Kohlen, die nur langsam verbrennen, erfordern eine höhere Temperatur, als weiche, welche im Allgemeinen porös und leicht entzündlich sind.

Strengflüssiges und schwer zu entkohlendes Roheisen, wie graues, ist solches, welches während der ersten Periode des Frischens der höchsten Temperatur bedarf; da es aber auch zu gleicher Zeit die Tendenz hat, auf dem Boden des Feuers flüssig zu bleiben, so muss man die Temperatur gegen das Ende des Processes vermindern, wenn man nicht zwei oder drei Mal, statt nur ein Mal, roh aufbrechen will.

Bei erhitzter Luft erblasenes Holzkohlenroheisen, bei welchem die Eigenschaften des grauen Roheisens in hohem Grade hervortreten, ist solches, bei welchem die erhitzte Luft am Besten angewendet wird, und sie ist selbst unerlässlich, wenn der Frischfeuerbetrieb gefördert werden soll. Seine Strengflüssigkeit, sowie die Schwierigkeit seiner Entkohlung, erklären diese Thatsache hinlänglich. Das weisse Roheisen schmilzt schnell, entkohlt sich auch leicht, frischt auch nicht schwierig; die erhitzte Luft kann auf dasselbe mit Erfolg in einer weit höhern Temperatur angewendet werden, als auf das graue Roheisen, da es immer eine grosse Tendenz zum Frischen hat.

Da es stets sehr schwierig seyn würde, die Temperatur der Luft in jedem Augenblicke zu verändern, so muss man für jede Roheisensorte eine mittlere Temperatur annehmen, welche während der ganzen Dauer des Frischens dieselbe bleibt. Man hat gefunden, dass die, die besten Resultate gebenden Wärmegrade waren:

80 — 120° C. für graues und bei kalter Luft erblasenes Roheisen;
120 — 140° C. für bei heisser Luft erblasenes graues und halbirtes Roheisen.
160 — 180° C. für das weisse, am Leichtesten zu verfrischende Roheisen.

Da das bei heisser Luft erblasene Holzkohlenroheisen fast dieselbe chemische Zusammensetzung hat, als das bei kalter Luft dargestellte Holzkohlenroheisen, so verhält es sich wie dieses letztere und kann mit Luft von gleicher Temperatur verarbeitet werden.

3) Die Anwendung der warmen Luft erfordert einen etwas veränderten Feuerbau. Da die Entkohlung während des Schmelzens mit grosser Energie erfolgt, so muss man dieselbe zur Erreichung des Zweckes etwas verhindern, indem man den Weg, den die Roheisentropfen von der Gans bis zu dem Frischboden machen müssen, etwas verkürzt, d. h., indem man die Tiefe des Feuers um einige Centimeter vermindert. Anderntheils muss man das Stechen der Form vermindern, um auf dem Frischboden keine zu hohe Temperatur zu erzeugen, welche das Frischen des Eisens unfehlbar verzögern würde. Der Düsendurchmesser muss so berechnet werden, dass stets dieselbe Gewichtsmenge Luft in der Minute eingeführt werden kann.

4) Bei den angegebenen Vorsichtsmaassregeln wird die Güte des Eisens auf keine Weise durch das neue Verfahren verändert, und es giebt auch wirklich gar keinen Grund für diese Annahme, wenn der Process gut geleitet wird.

5) Die Anwendung der erhitzten Luft sucht die Dauer des Frischprocesses eher zu vermindern, als zu vermehren. Man kann sich diess sehr gut durch die Schnelligkeit erklären, mit welcher das Einschmelzen erfolgt, sowie auch durch die leichtere Entkohlung des Roheisens unter dem Einflusse der erhitzten Luft.

In einigen Hütten hat man gefunden, dass der Process eher etwas aufgehalten, als beschleunigt wurde, und die Vertheidiger der alten Methode haben sich mit dieser Thatsache bewaffnet, um die neue anzugreifen. Diese grundlose Anklage entstand zu einer Zeit, in welcher man die Temperatur der Luft und den Feuerbau noch nicht gehörig zu reguliren verstand. Das langsamere Frischen war alsdann nothwendig das Resultat einer zu heissen Luft und einer zu stechenden Form. Die Erfahrung hat diese ersten Irrthümer bewiesen; die angeführte Meinung, welche nicht ohne Einfluss auf die langsame Verbreitung des Frischens mit der Hitze der Luft war, ist verschwunden, und die anzuführenden Thatsachen werden unsere hier aufgestellte Meinung unterstützen.

6) Ueberall, wo man das neue Verfahren angewendet hat, erreichte man eine mehr oder weniger beträchtliche Roheisen- und Brennmaterial-Ersparung. Am Harze verminderte sich das wöchentliche Ausbringen durch Anwendung der erhitzten Luft etwas; die Kohlenersparung betrug zu Rothehütte und Elend 10 — 12 Procent, und zu Ludwigshütte 23 Procent. Das Eisenausbringen wurde um 1—7 Proc. erhöht.

In Oberschlesien war das Stabeisenausbringen 6 — 8 Procent höher, und die Kohlenersparung auf 100 Pfund Stabeisen betrug fast 3 Cubikfuss.

In Frankreich erlangte man die folgenden Resultate:

Namen der Hütten.	Beschaffenheit des Roheisens.	Frischmethode.	Betrieb mit kalter Luft. Roheisen zu 1000 Kilogr.	Kohle.	Monatl. Production.	Betrieb m. erhitzter Luft. Roheisen.	Kohle.	Monatl. Production.
				Cubikmet.	Kil.		Cubikmet.	Kil.
Magny.	Bei kalter Luft.	Comtéfrischen, bedeckt. Feuer.	1350	7,25	18000	1320	6,50	20000
Bonnal.	Desgl.	Desgl.	1350	7,50	18000	1320	6,60	20000
Audincourt.	Desgl.	Desgl.	1350	7,70	21000	1300	6,60	20000
Bourgignon.	Desgl.	Desgl.	1375	8,25	18—20000	1300	6,60	18—20000
Maizières.	Desgl.	Offenes Feuer.	1330	7,54	20000	-	-	-
-	Desgl.	Bedecktes Feuer.	-	-	-	1330	5,47	21000
Vieuxnoncourt.	Desgl.	Champagneuser Feuer.	1420	7,45	18000	1320	6,40	20000
Rochvilliers.	Desgl.	Offnes burgundisches Feuer.	1420	6,88	19—20000	1350	6,13	20—21000
Audincourt.	Mit Holzkohlen und mit erhitzter Luft.	Comtéfeuer.	1330	7,96	20000	1320	7,15	20000

Man ersieht aus diesen verschiedenen Beispielen, dass das Frischen mit erhitzter Gebläseluft wesentliche Vortheile hat, sey es nun aus dem Gesichtspuncte des bessern Ausbringens und der Kohlenersparung, oder aus dem des wöchentlichen Ausbringens. Es muss nur mit Intelligenz angewendet werden, man muss die Temperatur in Folge wiederholter Versuche reguliren, und den Feuerbau nach bekannten Grundsätzen verändern. Das letztere Beispiel in der Tabelle belehrt uns, dass das Verfrischen des bei heisser Luft erblasenen Roheisens mehr Brennmaterial erfordert, als das bei kalter Luft dargestellte.

Von dem Lufterhitzungs-Apparaten.

Art und Weise der Erwärmung. — Die Apparate werden stets durch die aus den Frischfeuern entweichende Wärme gefeuert, und sie benutzen davon etwa den achten Theil. Wenn man sie unmittelbar über das Feuer anbringt, so kann man ihre Heizoberfläche nach derselben Annahme, als es bei den Hochofenapparaten geschehen, berechnen, indem jedes Quadratmeter ohngefähr 100 Wärmeeinheiten in der Minute durchlässt. Sind sie aber in Glühöfen angebracht, wo sie einer weniger starken Hitze unterworfen sind, so muss man die Heitzoberfläche vermehren und annehmen, dass jedes Quadratmeter nur 60—70 Einheiten in der Minute entwickelt.

Zu erfüllende Bedingungen. — Die Hauptbedingungen, denen die aufzustellenden Apparate genügen müssen, sind die folgenden:

1) Sie müssen eine lange Circulation vermeiden, und hauptsächlich viele Kniee, damit der Wind nicht soviel von seiner ursprünglichen Pressung verliere.

2) Die Röhren müssen so angebracht seyn, dass sie sich bequem reinigen lassen. Es ist diess eine sehr wesentliche Vorsichtsmaassregel, wegen des vielen sich auf den Röhren absetzenden Staubes, welcher der Wärmeleitung bedeutend schadet.

3) Die Fugen müssen, soviel als möglich, ausserhalb des Ofens angebracht werden, damit ihre Reparaturen leicht seyen und ohne Beschädigung des Mauerwerks vorgenommen werden können.

4) Derjenige Theil des Ofens, welcher die Lufterhitzungsröhren enthält, muss mit einem Register versehen seyn, um die Temperatur der Luft nach Erfordern reguliren zu können. Diese Einrichtung ist nothwendig, und oft ist es auch zweckmässig, besonders wenn man die Versuche mit unerfahrenen Arbeitern unternehmen muss, das Lufterhitzungssystem so einzurichten, dass man den Düsen nach Belieben erhitzte oder kalte Luft zuführen kann.

Angewendete Systeme. — Diese verschiedenen Bedingungen sind bei den jetzt vorhandenen Apparaten nicht immer erfüllt. Man hat die daraus erfolgenden Nachtheile erkannt, und in Folge dieser Thatsache müssen wir auf ihre vollständige Berücksichtigung bestehen. Das verbreitetste System ist das, welches zuerst in der Hütte zu Laufen bei Schaffhausen angewendet zu seyn scheint; es ist sehr einfach, leicht zu reinigen und zu repariren, allein die Menge der Kniee sind ein grosser Nachtheil (Taf. 38, Fig. 7—9.)

In der Franche-Comté (Hochburgund) wendet man oft einen noch einfachern Apparat an; er besteht aus zwei, etwa 5 Meter langen Röhren, welche in einem Ofen von zweckmässiger Länge angebracht sind; die Reinigung ist leicht, und die Fugen liegen ausserhalb des Ofens.

Der in den Figg. 1—6, Taf. 38, dargestellte Apparat ist neu und scheint besonders zu einer sehr starken Erhitzung der Luft bestimmt zu seyn; denn keins von den anderen Systemen scheint dieselben Wirkungen bei einer so geringen Heizoberfläche und bei einer so beschränkten Röhrenlänge hervorbringen zu können.

Wir beschränken uns hier auf die Mittheilung dieser wenigen Lufterhitzungsapparate, und verweisen übrigens auf die Tafeln 3, 5 und 13 des zweiten Bandes von dem Werke.

Verfrischen mit unverkohltem Holz.

Die Anwendung gar nicht, oder nur unvollständig vorbereiteter Brennmaterialien verbreitet sich jetzt mit Schnelligkeit in den Hütten, welche in der Nähe von Waldungen liegen. Seitdem man erhitzte Luft anwendet, kann man auch lufttrocknes, künstlich getrocknetes und gedörrtes Holz so gut in den Frischfeuern, als auch in den Hohöfen, sowohl für sich allein, als auch im Gemenge mit Holzkohlen, benutzen.

Allgemeine Wirkungen. — Die Anwendung des unverkohlten Holzes hat stets die Wirkung, die Temperatur in dem Heerde, hauptsächlich an der Oberfläche, zu vermindern, und die Schmelzung des Metalles und seine Entkohlung zu verzögern. Die Wirkung ist um so merklicher, jemehr sich das Brennmaterial seinem natürlichen Zustande nähert, und in je grössern Verhältnissen es angewendet wird.

Die erhitzte Luft ist das einzige Agens, welches das Holz zum Verfrischen geeignet machen kann; ihre Temperatur muss um so höher seyn, je geringer die

Heitzkraft des Brennmaterials ist, und das Feuer muss so eingerichtet seyn, dass die Langsamkeit, mit welcher der Process vor sich zu gehen sucht, vermindert werde. Das Wärmen des Eisens in dem Heerde wird fast unmöglich.

Lufttrockenes Holz im Gemenge mit Kohlen.

Anwendung dieses Verfahrens. — 1) Das grüne und lufttrockene Holz, mit einer Säge in Stücken von der erforderlichen Kürze zerschnitten, scheint zuerst 1837 in der Frischhütte zu Oberbruck, im Departement des Oberrheins, angewendet worden zu seyn. Das Gemenge bestand aus 40 Holz und aus 60 fichtenen Kohlen; die Temperatur der Luft beträgt 250—300°; bei den ersten Versuchen hat eine Stère Fichtenholz ohngefähr 0,65 Cubikmeter Kohle ersetzt.

2) Das grüne Holz wurde 1838 in der Hütte von Semouze eingeführt. Das Einschmelzen des Roheisens und das Wärmen das Eisens geschehen mit Holzkohlen; und während des übrigen Theils des Processes wendet man ein Gemenge von Holz und Kohlen an. Die Feuer sind offen und haben keine Veränderung erlitten.

3) Zu Isle am Doubs, in einem Comté-Feuer, verfrischt man Roheisen mit grünem Holz und mit erhitzter Luft und wendet nur während des Einschmelzens Kohlen an. Als man von dem Verfrischen mit kalter Luft und mit Kohle zu dem Verfrischen mit Holz und mit erhitzter Luft überging, vermehrte man die Tiefe des Feuers von 0,19 bis auf 0,21 Meter; das Stechen der Form verminderte man von 8° auf 3°; ihr Hervorstechen im Heerde ist dasselbe geblieben.

Der Materialverbrauch und die Production in diesen beiden Hütten waren die folgenden:

Materialverbrauch und Production.		Bei kalter Luft und mit Holzkohlen.	Bei erhitzter Luft und mit Holz.
Semouze	Roheisen zu 1000 Kil. . .	1350 Kil.	1300 Kil.
	Holzkohlen	6^{m3},80	5^{m3},40
	Grünes Holz	-	1^{m3},25
	Wöchentliche Production .	15000 Kil.	16000 Kil.
Isle am Doubs	Roheisen	1320 Kil.	1280 Kil.
	Kohle	7^{m3},70	6^{m3},00
	Grünes Holz	-	1^{m3},38
	Wöchentliche Production .	16—17000Kil.	17—18000Kil.

Holz ohne Zusatz.

Beispiel. — In der Hütte zu Audincourt hat man eine Zeit lang ein Frischfeuer mit grünem Holz allein betrieben. Man musste aber den Betrieb aufgeben, weil kein gleichförmiges Product erreicht werden konnte, welches wahrscheinlich von dem angewendeten ungleichförmigen Brennmaterial herrührte. Das Eisen war bald körnig,

bald fadig, ohne dass man im Stande gewesen wäre, einen regelmässigern Gang zu erlangen. Die Temperatur der Luft betrug 360°.

Als man von dem Frischen bei kalter Luft und mit Kohlen zu dem Frischen mit Holz und bei warmer Luft überging, vermehrte man die Tiefe des Feuers von 0,20 bis 0,24 Meter. Das Stechen der Formen wurde auch verstärkt, und man wärmte auch das Eisen nicht mehr in dem Heerde. Bei warmer Luft und mit Holzkohlen verbrauchte man zu 1000 Kilogrammen geschmiedeten Eisens:

Roheisen	1300	Kil.
Holzkohlen	6,60	Cub.Met.
Monatliche Production	24000	Kil.

Bei warmer Luft und mit Holz hat man zu 1000 Kilogrammen Kolben verbraucht:

Roheisen	1200	Kil.
Grünes Holz . . .	10,28	Cub.Met.
Monatliche Production	28000	Kil.

Berücksichtigt man nun den Abgang und die Brennmaterialienmenge, welche erforderlich sind, um die Kolben ebenfalls in Stäbe zu verwandeln, so beträgt die wirkliche Ersparung gegen den Betrieb mit Holzkohlen und mit warmer Luft 44 Procent am Brennmaterial und 1 Procent am Roheisen; in Beziehung auf den Betrieb mit kalter Luft erspart man 50 Procent bei'm Brennmaterial und 4 Procent am Roheisen.

Gedörrtes Holz im Gemenge mit Holzkohlen.

Beispiele. — 1) In der Hütte zu Senuc in den Ardennen hat man bei'm Verfrischen ein Gemenge von Holzkohlen und gedörrtem Holz angewendet, welches fast 50 Procent dem Volum und 60 Procent dem Gewichte nach verloren hatte. Der Gebläsewind blieb kalt, und der Feuerbau wurde nicht verändert. Man hat auf 1000 Kilogrammen Eisen verbraucht:

	Bei Kohlen.	Bei gedörrtem Holz.
Roheisen	1495 Kil.	1442 Kil.
Kohlen . . . 7,46 C.M =	1567 Kil.	1,22 C.M.
Gedörrtes Holz	-	6,28 C.M.

Man folgert daraus, dass eine Stère aufgesetztes Holz 0,47 Cubikmeter Holzkohlen ersetzt habe. Jedoch muss bemerkt werden, dass diese Zahl diejenige Ersparung umfasst, die daraus hervorgehen konnte, dass seit der Einführung des neuen Verfahrens das Feuer bedeckt und die Roheisenstücke vorgewärmt wurden.

2) In der Hütte von Clos-Mortier, in einem Champagneuser Feuer, hat man mit Holz gearbeitet, welches in Kästen gedörrt worden war, und das 33 Procent dem Volum und 45 Procent dem Gewichte nach verloren hatte. Die Gebläseluft war kalt geblieben, und der Feuerbau war nicht verändert worden. Man hatte folgende Resultate erlangt:

	Bei Kohlen.	Bei gedörrtem Holz.
Roheisen zu 1000 Kil.	1338 Kil.	1340 Kil.
Kohlen	6,08 C.M.	4,62 C.M.
In gedörrtes Holz verwandeltes Holz	-	2,20 C.M.
Monatliche Production	15—16000 Kil.	15—16000 Kil.

Man sieht demnach, dass ein Stère grünes Holz 0,66 C.-Met. Kohle ersetzt hat.

Getrocknetes Holz im Gemenge.

In den Hütten des Herrn Gauthier in der Franche-Comté hat man getrocknetes Holz zuvörderst im Gemenge mit Kohlen, und dann allein, angewendet. Das getrocknete Holz hatte 25 Procent dem Volume nach eingebüsst und wurde nur am Schlusse des Frischprocesses angewendet; die Temperatur der Luft betrug 200 bis 220°; das Feuer war tiefer gemacht worden, und der Form hatte man mehr Stechen gegeben. Materialverbrauch und Production:

	Bei Kohlen.	Bei getrocknetem Holz.
Roheisen zu 1000 Kil.	1320 Kil.	1320 Kil.
Kohlen	6,62 C.M.	3,88 C.M.
In getrocknetes Holz verwandeltes Holz	-	5,17 C.M.
Monatliche Production	20000 Kil.	20000 Kil.

Eine Stère grünes Holz ersetzte demnach 0,52 Kohle.

Getrocknetes Holz für sich allein.

Seit dem Jahre 1838 hat man das getrocknete Holz für sich allein mit sehr gutem Erfolg in vielen Hütten der Franche-Comté angewendet. Man musste dabei auf das Wärmen des Eisens im Feuer verzichten, und die Temperatur des Windes von 200 auf 260° erhöhen. Die Veränderungen bei'm Feuerbau wurden auf die angegebene Weise ausgeführt, indem man es 0,23 Meter tief machte und den Formen ein Stechen von 10—12° gab, um die Temperatur des Frischbodens hinlänglich hoch zu machen, damit das Frischen nicht so rasch erfolgte.

Man verbraucht jetzt in diesen Hütten zu 1000 Kil. Kolben:

1200 Kil. Roheisen und
8,66 Cubikmeter getrocknetes Holz,

welche von 10,66 Cubikfuss grünem Holze herrühren.

Zwängt man die Luppe zwischen den Walzen und streckt sie sofort zu Quadratstäben aus, die 0,058 Meter stark sind, so verbraucht man:

1300 Kil. Roheisen und
8,25 Cubikmeter getrocknetes Holz,

welche von 11 Cubikmeter grünem Holze herrühren.

Bei kalter Luft und mit Holzkohlen verbrauchte man zu 1000 Kilogr. 0,040 Meter starken Stäben:

1300 Kil. Roheisen und
7,40 Cubikmeter Kohlen,

welche von 22,20 Cubikmeter grünem Holze herrühren.

Da man fast ebensoviel Steinkohle zu dem Auswalzen steinerner Stäbe gebraucht, so sieht man, dass die durch gleichzeitige Anwendung von warmer Luft und von trocknem Holze veranlasste Ersparung etwa 50 Procent beträgt.

Anwendung von Torf.

Qualität des Torfs. — Trockener Torf oder seine Kohle können entweder im Gemenge mit Holzkohle oder mit getrocknetem Holze recht gut zum Frischprocess angewendet werden; nur muss er keine wirklich für die Qualität des Eisens nachtheiligen Substanzen, wie Schwefel oder Phosphor, enthalten. Auch ist es vortheilhaft, wenn er nicht zuviel Asche enthält, weil durch deren Verbindung mit dem Eisen das Ausbringen vermindert wird.

Beispiele. — Die zur Ersetzung eines gegebenen Volums Holzkohle oder Holz anzuwendende Torfmenge kann nicht *a priori* bestimmt werden und hängt wesentlich von der Heizkraft desjenigen Torfs ab, den man anzuwenden beabsichtigt.

In der bereits erwähnten Hütte von Semouze, hat man zur Darstellung von 1000 Kilogr. Eisen folgende Materialien verbraucht:

	Bei Kohlen.	Bei Torf.
Roheisen	1300 Kil.	1330 Kil.
Kohle	5,40 C.M.	4,58 C.M.
Grünes Holz . . .	1,25 C.M.	1,25 C.M.
Torf	–	2,08 C.M.
Monatliche Production	16000 Kil.	16000 Kil.

Demnach hat 1 Stère Torf 0,394 Meter Kohle ersetzt, welche von 1,182 Cubikmeter grünem Holze herrührte.

Das Eisenausbringen hatte sich wegen der Asche vermindert, allein die Qualität des Eisens hatte sich verbessert.

In einer andern Hütte zu Chaudeau hat man folgende Resultate erlangt:

	Bei Kohle.	Bei Torf.
Roheisen	1350 Kil.	1380 Kil.
Kohle .	6,80 C.M.	5,77 C.M.
Torf .	–	2,69 C.M.

Eine Stère Torf hat demnach 0,382 Cubikmeter Kohle, oder 1,146 Cubikmeter grünes Holz ersetzt.

Erhitzte Luft ist keine unerlässliche Bedingung bei der Anwendung des Torfs im Gemenge mit Holzkohlen, dennoch können ihre Wirkungen sehr vortheilhaft, besonders bei Torf, seyn, der arm an Kohle ist.

Folgerungen.

Die verschiedenen Verbesserungen der gewöhnlichen Frischfeuer-Einrichtungen, welche wir in dem Vorhergehenden kennen gelernt haben, sind die folgenden:

1) Ersetzung der offenen Frischfeuer durch bedeckte; Anwendung der entweichenden Wärme.

2) Vorwärmen des Roheisens bis zur Rothglühhitze; Glühen der Luppenstücke, der Kolben und der Stäbe in Glühöfen.

3) Anwendung erhitzter Gebläseluft, deren Temperatur bei grauem Roheisen 120° nicht übersteigt, bei weissem, reinem Roheisen nicht 150°, die bei Gemengen von Holzkohlen und trockenem Holze fast 220° erreicht; bei trockenem Holz allein 250 bis 280°, und bei grünem Holz allein etwa 350°.

4) Anwendung des unverkohlten Holzes.

Die Anwendung von gedörrtem oder getrocknetem Holz ist nur dann für eine Hütte möglich, wenn sie in der Nähe von Waldungen liegt. Solche Hütten, die nicht in dieser Lage befindlich und bei denen die Transportkosten des grünen Holzes zu den Frischhütten zu hoch sind, können jedoch Holz benutzen, welches in den Wäldern gedörrt oder getrocknet ist. Bei der Wahl des nur getrockneten und des gedörrten Holzes braucht man nicht zu schwanken; das eine und das andere ist gleich zweckmässig in den Frischfeuern, und das erste hat vor dem zweiten den ungeheuern Vortheil, 32 Kilogramme Kohle, statt 25 Kilogramme, auf 100 Kilogramme grünes Holz zu benutzen.

Die Benutzung des gedörrten Holzes muss als eine Uebergangsmethode angesehen werden, deren Anwendung ein grosser Fortschritt war, die aber jetzt aufgegeben werden muss, da sie aufgehört hat, die vortheilhafteste zu seyn.

Zwischen gem grünen und dem getrockneten Holze, für sich allein angewendet, ist die Wahl ebenfalls nicht schwer; denn die zweite giebt bessere Producte, erfordert Wind von einer geringern Temperatur und benützt ebenso gut, als das erste, den ganzen brennbaren Theil des Holzes. Man kann nur dann schwanken, wenn ein Gemenge von Kohlen und Holz angewendet werden soll; in diesem Falle kann man wirklich mit ganz gleichem Vortheil, ohne den Gang der Arbeit zu verändern, und ohne auf das Wärmen der Luppenstücke im Heerde zu verzichten, entweder 3 Theile grünes Holz auf 4 Theile Kohlen, oder gleiche Theile getrocknetes Holz und Kohlen anwenden. Um dieses Resultat zu erlangen, braucht man die Luft nur auf 200 oder 220° zu erwärmen, und das Holz zu den beiden letzten Perioden des Frischprocesses aufzubewahren, indem man die Kohle hauptsächlich der erstern Periode widmet.

Die ausschliessliche Anwendung des getrockneten Holzes, ohne das Wärmen des Eisens im Heerde, ist von allen Methoden die vortheilhafteste; ihre Annahme ist der Zweck, zu welchem alle Hütten gelangen müssen.

Die verschiedenen angegebenen Verbesserungen haben das Ansehen der alten Frischhütten gänzlich verändert. Die Einrichtung der Feuer, die Gestalt der Roheisenstücke, die Art der Windführung, die Beschaffenheit des Brennmaterials, Alles hat sich nach und nach umgeändert und verwandelt, und die Erfahrung hat also diese wichtigen Veränderungen vollkommen bestätigt. Mit einem Worte, das Problem ist gelös't, die Verwandlung ist vollendet, und Diejenigen, welche, aus Furcht vor Versuchen, immer noch bei'm Alten bleiben, können jetzt ohne Gefahr an den Wohlthaten der neuen Methoden Theil nehmen. Von ihrer allgemeinen Anwendung hängt ein grosser Theil des Schicksals unserer Eisenhütten-Industrie ab.

Drittes Kapitel.

Von der Frischarbeit in Flammöfen.

(Englische Methode.)

Allgemeine Bemerkungen. — Obgleich bereits im 17. Jahrhunderte in England mehrere Patente auf Verfrischen von Roheisen in Flammöfen bei Steinkohlen ertheilt worden sind, so gelang es doch erst im Jahre 1787 den Engländern Cort und Parnell, dieses Verfahren mit Erfolg durchzuführen.

Die Erscheinungen bei dieser Frischmethode lassen sich aus dem Verhalten der verschiedenen Roheisenarten in der Glüh- und Schmelzhitze leicht erklären. Dunkelgraublaues und am Wenigsten Graphit enthaltendes Roheisen erleidet bei'm Zutritte der Luft in der Glühhitze keine schnelle Veränderung. Durch anhaltendes Glühen wird es eine mürbe, stabeisenartige Masse ohne Zusammenhang, indem der Graphit nicht zerstört wird. Weisses Roheisen wird dagegen in starker Glühhitze bei schwachem Luftzutritt mit einem geringen Eisenverlust in Stabeisen umgeändert, während das graue Roheisen nur den geringsten Antheil Kohle, welcher mit ihm chemisch verbunden war, verliert, und das entkohlte Roheisen bei fortgesetztem Glühen oxydirt, ohne dass der Graphit früher zerstört wird, als bis auch die ganze Eisenmasse schon oxydirt worden ist. Garende Zuschläge, die in der Glühhitze ihren Sauerstoff abtreten, haben dieselbe Wirkung, als freier, ungebundener Sauerstoff.

In der Schmelzhitze treten alle gedachten Veränderungen schneller ein, als in der blossen Glühhitze, und zwar wiederum bei'm weissen Roheisen schneller, als bei'm grauen, weil jenes alle Stufengrade des Weichwerdens bis zum wirklichen Schmelzen durchgeht, also in einen Zustand versetzt werden kann, welcher die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Kohle im Eisen befördert. Eines solchen Mittelzustandes zwischen starr und flüssig ist das graue Roheisen nicht fähig, wesshalb es sich bis zur Schmelzhitze am Wenigsten verändert. — Ist diese erreicht und das Roheisen tropfbar flüssig, so ist der Einfluss des freien sowohl, als des gebundenen Sauerstoffs ganz gleich; allein er wirkt in dieser hohen Temperatur zu heftig, und indem die Kohle verbrennt, oxydirt auch zugleich das Eisen und dasselbe verschlackt. Bei'm grauen Roheisen aber erfolgt diess schneller, als bei'm weissen, weil jenes zum Flüssigwerden eine höhere Temperatur erfordert und dieselbe die Verschlackung befördert. Aus demselben Grunde verschlackt auch aus leichtflüssigen Beschickungen erblasenes und mehr Graphit enthaltendes Roheisen weniger, als das aus strengflüssigerer Beschickung dargestellte.

Spiegeleisen, die leichtflüssigste Roheisenart, verhält sich fast wie graues aus leichtflüssiger Beschickung, geht aber weniger plötzlich aus dem starren in den tropfbaren Zustand über. Letzteres kann, durch plötzliches Erstarren bei'm Begiessen mit Wasser im Ofen, in weisses Roheisen umgeändert werden, welches sich dann, bei vorsichtiger Regulirung der Hitze, in einen teigartigen Zustand versetzen lässt. Da aber Spiegeleisen in der zum Frischen erforderlichen Temperatur schon zu schmelzen beginnt, so lässt es sich nur mit garenden Zuschlägen zum Frischen bringen, und eignet sich daher auch wenig zum Flammofenfrischen.

Das weniger Kohle enthaltende weisse Roheisen bleibt dagegen lange in dem Mittelzustande zwischen starr und flüssig, es kann daher in niedern Graden der Schweisshitze, durch langsame Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft, entkohlt werden und bedarf keiner garenden Zuschläge. Auch verschlackt es sich nicht so leicht, wenn man nur dahin sieht, möglichst wenig unzersetzte Luft durch den hinlänglich hoch mit Kohlen angefüllten Rost, oder durch die Arbeitsöffnung in der Einsetzthür des Ofens strömen zu lassen. Das beste Material für die Flammofenfrischerei bleibt also das luckige, oder das demselben nahe stehende weisse Roheisen, welches auch durch Vorbereitung aus grauem und halbirtem Roheisen bereitet werden kann.

Das Roheisen enthält aber ausser Kohle auch noch Schwefel, Phosphor, Silicium und Mangan, und zwar von den letzteren beiden Substanzen um so mehr, in je grösserer Hitze es erzeugt ward. Aus diesem Grunde wendet man also graues Roheisen um so weniger zum Flammofenfrischen an, sondern um so mehr gehörig vorbereitetes, da es nicht allein ärmer an Kohle, sondern auch reiner an Phosphor, Mangan und Silicium ist, und da es endlich auch keiner garenden Zuschläge bedarf.

Dennoch verwendet man auf vielen Hütten das graue und halbirte Roheisen unmittelbar zum Flammofenfrischen, theils um die mit der Vorbereitung verbundenen Kosten zu vermeiden, und theils, weil das Vorfrischen des weissen Roheisens geübtere und gewandtere Arbeiter erfordert. Wirklich lässt sich auch gutartiges Holzkohlenroheisen recht gut unvorbereitet, mit Hülfe von garenden Zuschlägen, im Flammofen verarbeiten, und selbst mit dem mit guten Koaks aus gutartigen Erzen und bei leichtflüssiger Beschickung erzeugten Roheisen lässt sich ein gutes Stabeisen darstellen. Dagegen wird man, wenn das Roheisen starke Beimischungen von Phosphor und Silicium enthält, durch das unmittelbare Verfrischen des grauen und halbirten Roheisens nie ein gutes Stabeisen zu fabriciren im Stande seyn.

Man unterscheidet daher bei dem Flammofenfrischen zuvörderst zwei Hauptmethoden, von denen die eine unmittelbar graues und halbirtes Roheisen, die andere aber nur weissgemachtes verarbeitet. Die erste Methode nennt man das Schlackenfrischen, die andere das Weisseisenfrischen.

Das Feinen des Roheisens oder die Darstellung des Weisseisens.

Zweck des Processes. — Den Zweck des Feinens lernten wir schon im ersten Kapitel kennen, wo wir eine allgemeine Uebersicht der verschiedenen Feinmethoden gaben. Er besteht nämlich darin, das Roheisen zum Frischen vorzubereiten, indem man einen Theil seines Kohlenstoffs, sowie die häufig darin enthaltenen fremdartigen und schädlichen Substanzen, wie Silicium, Schwefel und Phosphor, daraus zu entfernen.

Man wendet bei dem Flammofenfrischen hauptsächlich zwei Methoden des Feinens an, von denen die eine in Heerden, den sogenannten Feineisenfeuern, die andere in Flammöfen, den sogenannten Weissöfen, ausgeführt wird. Wir wollen zuerst das Feinen in den Heerden kennen lernen.

Von den Feineisenheerden.

Die Feineisenheerde haben eine grosse Aehnlichkeit mit den Frischfeuern; sie werden mit Koaks gespeis't, und es wird ihnen ein stark gepresster Gebläsewind

zugeführt. Das Roheisen wird in denselben mit Schlacken, die hauptsächlich den Zweck haben, es gegen eine zu starke Einwirkung des Luftstroms zu schützen, in Fluss gebracht, durch die Einwirkung des Windes entkohlt und gereinigt, darauf in gusseiserne Eingüsse abgestochen, aus denen es nach rothglühend in mit Wasser gefüllte Tröge gebracht wird.

Das Resultat dieses Processes, der mit 14- bis 1500 Kilogrammen Roheisen $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden dauert, ist eine kohlearmes Eisencarburet, dessen Zusammensetzung eine grosse Aehnlichkeit mit der des rohen Gussstahls hat; man nennt es Feineisen.

Beschaffenheit des Roheisens. — Wie schon bemerkt, unterwirft man dem Feinen alles unreine und hauptsächlich das sehr graue Silicium haltige Roheisen, welches mit aus strengflüssigen Beschickungen erblasen worden ist, indem es die Kohle sehr festhält und dadurch das Puddeln sehr verzögern würde, wenn man es nicht vorher, unter dem Einflusse eines starken Luftstromes, entkohlt. Seine Verwandlung in weisses, luckiges Roheisen ist sehr schwierig.

Das halbirte Roheisen verhält sich immer am Besten in den Feineisenfeuern, allein es ist auch diejenige Roheisensorte, welche diesen Process am Wenigsten nöthig hat, indem es sich, wie schon oben bemerkt, ohne Schwierigkeit unmittelbar verpuddeln lässt.

Das weisse Roheisen erfordert dagegen das Feinen, da es im Allgemeinen unrein ist; es verliert seinen Kohlegehalt mit einer grossen Leichtigkeit, und seine Behandlung erfordert daher grosse Vorsichtsmaassregeln von Seite der Arbeiter, damit es im Heerde nicht steif werde, und während der Dauer des Processes frische.

In Hütten, wo man alle diese verschiedenen Roheisensorten hat, ist es zweckmässig, sie miteinander umzuschmelzen, so dass das daraus entstehende Gemenge stets eine fast constante Zusammensetzung habe. Es ist diess eine sehr wesentliche Vorsichtsmaassregel, zuvörderst um eine regelmässige Arbeit zu veranlassen, und dann auch, um eine stets gleiche Qualität des Eisens zu erreichen.

Das zum Feinen bestimmte Roheisen wird in 1,25 Meter lange, und 0,08 Meter starke Stücke abgegossen, die ein Gewicht von 50—60 Kilogrammen haben. Die Formen, in welches abgestochen wird, müssen aus Gusseisen oder aus einem guten Sande bestehen, und sie müssen so angefertigt seyn, dass nicht viel Sand an dem Roheisen hängen bleibt, weil sonst dadurch ein zu grosser Abgang veranlasst werden würde.

Von dem Brennmaterial. — Zu dem Feinen muss stets ein sehr reines Brennmaterial angewendet werden, indem bei'm Gegentheil der Zweck des Processes zum Theil verfehlt sein würde. Man hat gefunden, dass bei Anwendung schwefeliger Koaks, das Feineisen oft mehr Schwefel enthielt, als das Roheisen selbst. Man vermeidet auch mit Sorgfalt solche Koaks, welche viel Asche enthalten, indem dieselbe Veranlassung zur Bildung von Schlacken giebt, die sehr viel Eisenoxyd enthalten, und welche einen starken Abgang veranlassen.

Die dichtesten und am Wenigsten zerreibbaren Koaks sind die besten. Man sucht sie hauptsächlich zum Feinen des strengflüssigen und nur schwierig zu entkohlenden Roheisens.

Von dem Winde. — Das für die Feineisenfeuer erforderliche Luftvolum hängt von der Koaksmenge ab, welche man in den Heerden verbrennt. Feineisenfeuer mit 6 Formen verbrennen etwa 300 Kilogramme in der Stunde, oder 5 Kilogramme in der Minute, und es werden ihnen in derselben Zeit 40—45 Cubikmeter Luft zugeführt.

Die Pressung des Windes hat einen grossen Einfluss auf die Dauer des Processes und folglich auf den Abgang; sie muss so stark seyn, als es die Dichtigkeit des Brennmaterials gestattet, und ohngefähr 0,10 bis 0,12 Meter Quecksilber erreichen, wenn die Koaks die zweckmässige Beschaffenheit haben.

Um ein Feineisenfeuer mit 40 Cubikmeter Gebläseluft von 0,12 Meter Pressung zu speisen, ist eine Maschine von etwa 20 Pferdekräften erforderlich.

Einrichtung der Feineisenfeuer. — Ein Feineisenfeuer besteht aus einer etwa 1,25 Meter langen, 0,90 bis 1,00 Meter breiten und 0,25 bis 0,30 Meter tiefen Feuergrube. Drei von den Wänden, d. h., die beiden Formzacken und der Hinterzacken, bestehen aus Trögen von grauem Gusseisen, die stets durch laufendes Wasser abgekühlt erhalten werden. Die vordere oder Abstichseite ist mit einer einfachen, 0,07 bis 0,08 Meter starken Platte geschlossen, welche an ihrem untern Theile einen Ausschnitt hat, durch welchen man das Feineisen und die Schlacken absticht. Die Sohle besteht gewöhnlich aus guten, feuerfesten Ziegelsteinen und darüber aus gehörig festgestampftem feuerfesten Sand.

Die Tiefe des Feuers hängt, wie bei den Frischfeuern, von dem Grade ab, mit welchem das Roheisen die Kohle festhält. Dasselbe findet in Beziehung auf das Stechen der Form statt, welches man vermindert oder vermehrt, jenachdem das Roheisen leicht- oder strengflüssig, schwer oder leicht zu feinen ist. Im Allgemeinen ist es zweckmässig, den Formen eine solche Stellung zu geben, dass die Koaks die höchstmögliche Temperatur entwickeln können, sowie auch die Tiefe des Feuers nach der Beschaffenheit des Roheisens einzurichten.

Die 6 Formen (Feineisenfeuer mit weniger Formen erbaut man jetzt nicht mehr) sind symmetrisch zu beiden Seiten des Feuers angebracht; sie kreuzen sich alle je zwei und können ein gleiches Stechen haben. Um aber die Temperatur gleichförmiger zu vertheilen, ist es zweckmässig, das Stechen auf beiden Seiten verschieden zu machen.

Die Formen stehen etwa 0,10 bis 0,12 Meter in dem Feuer vor, und ihr Maul steckt stets in dem Schlackenbade, welches das flüssige Roheisen umgiebt. Auch ist es, um sie dauerhafter zu machen, erforderlich, dass sie dieselbe Einrichtung, wie die Wasserform der Hochöfen, haben. Die Formen gehen durch Oeffnungen, welche zu diesem Zwecke die gusseisernen Platten haben, die die oberen Seitenwände der Feuer bis unter die Esse bilden, und die auf dem innern Rande der Tröge stehen, welche die Wände der Feuergrube bilden. (Man sehe die Taf. 39.)

Die Esse ist von dem Feuer ganz unabhängig und ruht auf gusseisernen Trägern, die von 4 Pfeilern aus demselben Metall getragen werden. Ihre Höhe hat gar keinen Einfluss auf die Arbeit und übersteigt selten 5 Meter über den Trägern, wenigstens, wenn der Apparat nicht unter einem Schuppen steht, über dessen Dach die Esse freilich hinausragen muss. In England stellt man die Feineisenfeuer sehr häufig in's Freie.

Betrieb der Feineisenfeuer. — Der Betrieb der Feineisenfeuer geht immer fort und wird nur alle 8 Tage eingestellt, um die erforderlichen Reparaturen machen zu können; er erfordert einen Meister und zwei Gehülfen.

Sobald ein Process beendigt und der Wind eingestellt ist, verstopft der Meister die Abstichöffnung mit Lehm, bekleidet die innere Wand der Abstichplatte mit Lehm und Koaksstaub, und die Gehülfen füllen das Feuer mit Brennmaterial, bis 0,20

Meter über die Form. Auf die Koaks werfen sie eine gewisse Quantität Schlacken oder Hammerschlag, welche flüssig auf die Sohle niederkommen, ehe das flüssige Roheisen selbst dahin gelangt, worauf die Roheisenladung erfolgt. Die Roheisenstücke sind zur Hälfte auf beide Seiten des Feuers vertheilt und liegen zum Theil auf den Formen selbst. Den Zwischenraum zwischen den beiden Hälften von dem eingesetzten Roheisen füllt man mit Koaks aus, giebt Wind und überlässt den Process während der Dauer der Schmelzung sich selbst, indem man nichts weiter thut, als das erforderliche Brennmaterial nachzutragen.

Wenn der grösste Theil des Roheisens geschmolzen ist, so untersucht der Meister den Heerd mit der Brechstange, hebt die noch festen Stücke in die Höhe und bringt sie unter die Einwirkung der Formen, reinigt diese letzteren gehörig und lässt einen Theil der Schlacken ab, wenn sie dem Betriebe nachtheilig sind. Er wiederholt alle die Arbeiten 15—20 Minuten später, untersucht alle Theile des Feuers von Neuem, und sucht allen Theilen der Masse denselben Grad des Feinens zu ertheilen.

Wenn die Schlacken, welche sich an der Brechstange festsetzen, nicht mehr plötzlich schwarz werden, sondern eine Zeitlang rothglühend bleiben, so nähert sich der Process seinem Ende, und wenn sie gänzlich weiss an der Brechstange erscheinen, so kann man zum Abstechen schreiten.

Zu dem Ende wird die Abstichöffnung aufgestossen, und das Feineisen läuft in einen gusseisernen Einguss ab, dessen Boden zuweilen auf einem mit Wasser angefüllten Troge liegt, der eine rasche Abkühlung des Metalles herbeiführt. Es fängt sogleich der nächstfolgende Process an, und während dessen Dauer beschäftigen sich die Gehülfen damit, die Producte aus dem Einguss zu nehmen. Zu dem Ende ziehen sie zuvörderst mit einer Krücke die Schlacken ab, welche das Feineisen bedecken: darauf giessen sie viel Wasser darauf, damit es spröde wird und sich leichter zerschlagen lasse, und vorzüglich, um mit den Wasserdämpfen einen Theil des Schwefelgehalts zu entfernen. Oft wendet man auch eine andere Art der Abkühlung an, weil durch die erwähnte die Formen sehr leiden. Man bringt zu dem Ende das noch rothglühende Feineisen in einen langen mit Wasser angefüllten Trog, aus welchem man es nach einigen Augenblicken wieder herausnimmt, um es mit einem Schlägel in 0,15 bis 0,20 Meter (6—8 Zoll) lange und breite Stücke zu zerschlagen.

Bemerkungen. — Die bei den Feineisenfeuern angewendeten Schlacken sind die reinsten von den vorhergehenden Processen, d. h. diejenigen, welche unmittelbar nach dem Abstechen des Feineisens abfliessen. Puddelschlacken wendet man dabei nicht an, weil sie im Allgemeinen zu kieselhaltig sind, und Hammerschlag nur dann, wenn man sehr schwer zu entkohlendes Roheisen umschmelzt.

Die Menge der anzuwendenden Schlacken hängt von der Beschaffenheit des Roheisens ab; man wird sehr gut einsehen, dass man nicht viel davon zuzuschlagen braucht, wenn die hinlängliche Entkohlung des Roheisens unter der blossen Einwirkung des Luftstromes erfolgt.

Das Gewicht des eingesetzten Roheisens hängt von seiner Qualität ab. Man nimmt nur 12- bis 1300 Kilogramme, wenn es sehr schwierig zu feinen ist, während man im Gegentheil oft bis 17- und selbst bis 1800 Kilogramme geht. Die Art und Weise, wie sich die Sohle des Feuers verhält, ist eine Thatsache, welche einen grossen Einfluss auf die Regulirung des Einsatzes hat. Entweder wird sie durch das Erstarren von einem Theil des zu stark gefeinten Roheisens erhöht, oder sie wird

durch das Schmelzen von einem Theile der Materialien, aus denen sie besteht, niedriger. Im erstern Falle muss man den Einsatz vermindern und zuweilen selbst mehrere Schmelzen hintereinander mit schwierig zu feinendem Roheisen machen, welches in geringeren Ladungen eingesetzt wird, um das angehängte Frischeisen, mit Hülfe der hohen Temperatur, wegzuschmelzen. In dem zweiten Falle verfährt man genau auf eine entgegengesetzte Weise, d. h., man setzt viel Roheisen ein und nimmt leichtfrischende Arten desselben, so dass sich die Heerdsohle durch ein Erstarren desselben erhöht. Die Einwirkung der Schlacken kann, im Verein mit diesen Mitteln, dazu angewendet werden, um die Heerdsohle in der gehörigen Höhe zu erhalten. Erreicht man seinen Zweck nicht, so muss man den Betrieb unterbrechen und einen neuen Heerd anfertigen. Der alte lässt sich leicht herausbrechen, wenn man ihn, während er noch glühend ist, fleissig mit Wasser begiesst.

In mehreren Hütten in der englischen Provinz Wales liegen die Feineisenfeuer so nahe an den Hohöfen, dass das flüssige Roheisen unmittelbar aus deren Heerden in jene einfliesst. In Beziehung auf den Brennmaterialienverbrauch, ist diese Methode offenbar vortheilhaft, allein es ist zu fürchten, dass sie auf die Qualität des Feineisens eine nachtheilige Einwirkung habe, weil die Entkohlung und Reinigung des Roheisens hauptsächlich während des Einschmelzens erfolgt; die Anwendung von vielen Garschlacken scheint das beste Mittel zur Verbesserung dieser Nachtheile zu seyn.

Beschaffenheit der Producte. — Der Zweck des Feinens ist der, ein luckiges oder poröses Roheisen zu erhalten, welches diese Poren bis auf $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ seiner Stärke enthält, indem sich das Roheisen dabei am Allerbesten im Puddelofen verhält. Durch das Ansehen des Abstichs lässt sich seine Qualität am Besten beurtheilen. Wenn das Feineisen bei seinem Ausströmen aus dem Heerde wenig Funken entwickelt, so ist der Process nicht vollkommen, das Metall bleibt zu dicht und puddelt schwierig. Ist es mit einer Menge kleiner Fünkchen bedeckt, welche eine Art weisser Flamme über dem Bade bilden, so ist das Roheisen zu stark gefeint, das Product ist gänzlich porös, lässt sich nur schwierig zerschlagen und nähert sich schon zu sehr dem Stabeisen, als dass man es im Flammofen, vor seiner vollständigen Verwandlung in geschmeidiges Eisen, gehörig reinigen könne.

Das Zeichen eines zweckmässigen Feineisenbetriebs ist, wenn das Product viele und grosse Funken wirft, die von keiner Flamme begleitet sind. Es ist in diesem Falle vollkommen porös und hat den grössten Theil von der Kohle, dem Silicium und dem Phosphor verloren, welche es enthielt. Durch die Entwickelung der letztern Substanz wird das Feinen hauptsächlich sehr nützlich; in Beziehung auf den Schwefel finden nicht dieselben Rücksichten statt; denn wenn man mit unreinen Koaks feint, so enthält das Feineisen oft mehr Schwefel, als das Roheisen. Ein Mittel, um den Schwefel fortzuschaffen, besteht in einem Kalkzuschlag, allein es könnte derselbe nur sehr gering seyn, weil sonst die Schlacke zäh und der Process verzögert und schwieriger wird. Zur Vermeidung einer zähen Schlacke müsste man den Kalk mit sehr reinem Eisen oder Manganerz vermengen.

Production und Materialverbrauch. — Ein Feineisenfeuer mit 6 Formen, welches mit vielem Winde, mit guten Koaks und mit Roheisen, welches sich ziemlich leicht feinen lässt, betrieben wird, kann in 24 Stunden, mit einem Koaksaufwande von 300 bis 400 Kilogrammen auf 1000 Kilogramme Roheisen, 20- bis 24000 Kilogramme Feineisen liefern.

Der **Abgang** beträgt 12 bis 20 Procent, je nach dem Betriebe und der Beschaffenheit des Roheisens. Bei übrigens gleichen Eigenschaften, erleidet Roheisen, welches in gusseisernen Eingüssen abgestochen, schnell mit stark gepresstem Winde, sowie mit einem Zuschlage von Kalk und Eisenoxyd gefeint worden ist, einen geringern Abgang, als in Sandform abgestochenes, an welchem immer ein gewisser Theil von demselben hängen bleibt.

Die Menge der zur Production von einer Tonne Feineisen angewendeten **Triebkraft** lässt sich leicht abschätzen. Geht man von dem Grundsatze aus, dass zur Production von 1000 Kilogrammen Feineisen 1200 Kilogramme Roheisen erforderlich sind, und dass die Gebläsedampfmaschine des Feuers 20 Pferdekräfte hat, so erhält man:

1) 1200 Kilogramme zu 50000 Dynamieen auf 1000 Kil., . . . 60000 Dynam.
2) 20 nutzbare oder 40 theoretische Pferdekräfte haben einen Werth von 3 Dynamieen, welches auf 1 Stunde (3600 Secunden), gleich ist . 10800 -

Summe 70800 Dynam.

Die **Zusammensetzung der Schlacken**, welche bei den Feineisenfeuern vorkommen, ist nach den verschiedenen Betriebsperioden derselben verschieden. Man kann diess aus einigen Analysen ersehen, welche mit Producten der Hütte zu Decazeville angestellt worden sind:

	A	*B*		*C*	
Schwefel	0,62	0,40	0,58	0,30	0,33
Phosphorsäure . .	2,92	2,62	2,90	3,82	4,40
Kiesel	28,80	25,30	26,40	26,00	28,30
Eisenoxydul . . .	50,40	65,02	62,80	61,00	59,40
Manganoxydul . .	3,60	2,22	2,90	1,24	1,06
Kalk	2,90	1,44	1,50	3,40	2,10
Bittererde	1,70	2,08	1,40	3,64	3,10
	99,94	99,08	98,48	99,40	98,69

A stellt die Zusammensetzung der Schlacken dar, welche nach dem Einschmelzen des Roheisens abfliessen.

B, Schlacken, welche mit dem Feineisen abfliessen.

C, mittlere Zusammensetzung der von einer guten Arbeit herrührenden Schlacken.

Bedienung der Feineisenfeuer. — Die Bedienung eines Feineisenfeuers erfordert gewöhnlich:

2 Meister, welche an täglichem Lohn erhalten 5—6 Fr.
2 erste Gehülfen $2\frac{1}{2}$—3 -
2 zweite Gehülfen 2—$2\frac{1}{2}$ -
2 Tagelöhner $1\frac{1}{2}$—2 -

Es sind diess die in Frankreich üblichen Löhne, welche weit höher, als die deutschen, sind.

Die bei den Feineisenfeuern angewendeten **Gezähe** sind dieselben, wie bei den Hohöfen.

Productionskosten. — Nimmt man eine Production von 20 Tonnen (à 1000 Kilogr.) in 24 Stunden an, und dass nach den obigen Angaben die Arbeitslöhne ohngefähr 1 Fr. 35 Cent. auf die Tonne betragen, jedoch ohne die Kosten für das Wägen und für den Transport der Materialien, so würden die Productionskosten sofort steigen, wenn man schwierig zu feinendes Roheisen zu behandeln hätte, und besonders, wenn der Apparat nicht so mit Wind gespeis't würde, dass er die höchste Production zu geben vermöchte.

Wir führen hier als Beispiel die Productionskosten von 1 Tonne Feineisen an, sowie sie sich im Jahre 1837 auf der Hütte zu Decazeville herausstellte:

Roheisen, 1253 Kil., à 79 Fr. 20 Cent. die Tonne	99 Fr.	24 Cent.	
Gusswerk, 170 Kil., à 175 Fr. die Tonne . . .	2 -	96 -	
Koaks, 630 Kil.	6 -	78 -	
Arbeitslöhne	3 -	74 -	
Maschinen	1 -	86 -	
Gezähe und Formen	1 -	27 -	
Verschiedene Kosten	0 -	16 -	
Summa	116 Fr.	1 Cent.	

Wiewohl nun die Productionskosten nicht überall so hoch sind, da selbst in England niedrigere Arbeitslöhne, als in Frankreich, gezahlt werden, so ist es doch nicht minder gewiss, dass unter den günstigsten Umständen das Feinen des Roheisens ein kostbarer Process ist, den man stets zu umgehen sucht, wenn er nicht unumgänglich nöthig ist. Er wird daher nicht in allen mit Koaks betriebenen Hütten angewendet; in England und Belgien unterlässt man ihn häufig. Dort bei der Fabrication gegeringerer Eisensorten, hier bei gutartigem, und stets bei dem Holzkohlen-Roheisen, und in diesem letztern Falle wird auch in Deutschland und Frankreich nicht gefeint, besonders, da neuerlich bei dem Puddelprocesse wesentliche Verbesserungen gemacht worden sind. In England wird bei der Anfertigung mittlerer Eisensorten ein Gemenge von Feineisen und Roheisen angewendet.

Das Feinen in den Weissöfen.

Unter den Weissöfen verstehen wir, wie schon bemerkt, Flammöfen mit flachen Heerden, auf denen nun soviel Roheisen auf einmal eingeschmolzen wird, dass es sich ganz flach auf demselben ausbreitet und eine dünne Schicht bildet, die sich von Unten abkühlt und ein schnelleres Abkühlen bei'm Abstechen bewirkt, welches der Graphitbildung entgegenwirkt.

Der eigentliche Schmelzheerd bei solchen Weissöfen besteht aus einer 8—12 Zoll hohen Schicht von reinem Sande, der nur locker eingestampft wird. Gegen die Fuchsöffnung, gegen die Einsetzthür und gegen die Feuerbrücke zu, wird er dammartig in die Höhe, sonst aber ganz eben gezogen. Um die durch die Sandheerde beförderte Silicatbildung zu hindern, wendet man aber auch Thonheerde an. Das geweisste Roheisen wird durch eine, unter der Einsetzthür angebrachte und während des Betriebes mit einem Thonstöpsel verschlossene, Oeffnung abgestochen. Das einzuschmelzende Roheisen wird über den ganzen Heerd ausgebreitet. Während des Einsetzens ist die Esse oben verschlossen; die Einsetzöffnung wird nur in dem Augenblicke des

Einsetzens von einem Stücke Roheisen geöffnet, sonst aber verschlossen gehalten, und der Heerd ist während dieser Zeit mit glühenden Kohlen bedeckt. Nach dem Einsezzen wird mit vollem Zuge gefeuert.

Man feuert mit Steinkohlen, Torf und Gasen, wendet ausser den garenden Zuschlägen auch einen erhitzten Gebläsewindstrom an, den man, nachdem das Roheisen geschmolzen ist, auf dasselbe leitet. Es werden dadurch manche Betriebshindernisse gehoben, auch der Frischschlackenzusatz vermindert. — Wir wollen mehrere verschiedene Weissöfen kennen zu lernen suchen.

Zu Königsbronn im Würtembergischen wendet man einen mit Torf gefeuerten Weissofen an, der in Fig. 1 u. 2, Taf. 36, abgebildet ist. Es wird ihm ein erhitzter Gebläsestrom zugeführt, und zwar neuerlich durch 4 Formen, welche auf entgegengesetzten Seiten in den Ofen geführt werden. Man setzt 20—30 Centner Roheisen auf einmal ein. Die garen Frischschlacken, welche das Weissmachen des Roheisens bewirken, setzt man entweder gleichzeitig mit dem Roheisen, oder erst später ein, wenn es schon in Fluss gerathen ist, allein alsdann muss die ganze Masse umgerührt werden. Der Eisenabgang beträgt 5—6 Procent.

Zu Neu-Joachimsthal in Böhmen und zu Wasseralfingen im Würtembergischen werden die Weissöfen mit Hohofengasen gefeuert. Der am erstern Ort angewendete Ofen ist in den Fig. 3, 4 u. 5, Taf. 36, abgebildet. Die Verbrennung der Gase findet hauptsächlich in dem, über der Brücke befindlichen, etwa 5 Zoll hohen und 3 Fuss langen Raume statt. Die Länge der Brücke richtet sich nach der Leichtigkeit, mit der die Gase verbrennen; im Durchschnitte beträgt sie 30 Zoll. Die von Lösche und von Frischschlacken geschlagene Heerdsohle ist nach dem Stichloche zu etwas geneigt. Die beiden eisernen Formen sind 12—16 Zoll von einander entfernt, stehen nur wenig in dem Ofen vor. Es stecken kupferne Düsen in denselben, deren Oeffnungen 11,4 Millimeter weit sind und die 2 bis 5 Centimeter über dem Eisen sich befinden. Sie sind geneigt und convergiren nach dem Mittelpuncte des Heerdes zu. Es wird durch dieselben stets heisse Luft auf das zu schmelzende Roheisen geblasen und dadurch nicht allein der Kohlegehalt desselben verbrannt, sondern auch eine Bewegung der Masse erzeugt. Man hat jedoch gefunden, dass es besser sey, beide Formen ziemlich parallel nach dem Fuchse hin divergiren zu lassen, weil die eine der Formen die Gase gegen die Feuerbrücke zurückdrängt, und der Ofengang dadurch leidet, oder wenigstens die Formen, mit beibehaltener Convergenz, mehr nach der zweiten Brücke hin zu verlegen, wie in Fig. 6, Taf. 36.

In Wasseralfingen, dessen Weissofen in Fig. 6 u. 7, Taf. 36, abgebildet ist, erhitzt man die Luft auf 300 bis 400° C. Die Esse erhebt sich nur 3 Fuss über die Heerdsohle, wogegen sie in Neu-Joachimsthal 6 Fuss hoch ist. Diese Höhe ist jedoch ganz unnöthig, da die Hitze im Weissofen und die Wirkung des Gebläses einen vollkommen genügenden Zug bewirken. Der Ofen verbraucht 8 Cubikmeter Gas in der Minute, welches nur etwa 2—4 Centimeter Wasserdruck hat; atmosphärische Luft gebraucht man nur 4,7 Cubikmeter in der Minute.

Die Arbeit im Weissofen ist folgende: Der Arbeiter bringt eine, in dem Raume unter dem Lufterhitzungs-Apparat vorgewärmte Roheisenplatte auf die Heerdsohle und schliesst die Einsetzthür sogleich wieder zu. Die Platte schmilzt bald nieder, man bringt dann eine zweite hinzu u. s. f., bis etwa 11 Centner eingetragen und eingeschmolzen, wozu etwa 2 Stunden erforderlich sind. Man erspart sehr an Zeit,

wenn man, wie in Königsbronn, das Roheisen gleich aus dem Heerde des Hohofens in den Weissofen bringt; in Wasseralfingen verschmilzt man aber meist Pocheisen von der Gieserei. Ist das Eisen völlig flüssig, so wird die Schlackendecke abgehoben und auf die Hüttensohle geworfen; das dabei in Körnern mit fortgerissene Roheisen wird durch Pochen und Waschen wieder gewonnen. Man wirft nun etwa 17 Procent von dem eingesetzten Roheisen Hammerschlag und von den reichsten Schlacken der vorhergehenden Operationen auf das Eisen. Dabei werden, unter Reduction einer entsprechenden Menge Eisens, Silicium, Phosphor, Schwefel und der grösste Theil der Kohle durch Oxydation fortgeschafft. Sind nämlich die Schlacken geschmolzen und gleichmässig auf dem Eisenbade ausgebreitet, so wird der Wind durch die beiden Formen eingelassen, die Arbeitsthür geschlossen und Alles sich selbst überlassen. Nach einer durch die Erfahrung zu bestimmenden Zeit wird eine Probe des Eisens in eine eiserne Form abgelassen, in Wasser abgelöscht und mit dem Hammer zerschlagen; der Bruch muss weiss, etwas bronceartig und strahlig blätterig seyn. Durch Verlängerung des Processes kann man ein ganz poröses, fast schwammiges, weisses Eisen erzeugen; doch geht man selten so weit, weil solches Eisen in den Frischheerden zu gar geht und kein gutes Eisen liefert.

Hat das Weisseisen den gehörigen Grad der Reinheit erlangt, so wird der kleine Stichcanal aufgestossen und dasselbe auf einen von Gusseisenplatten gebildeten Boden abgelassen, noch rothglühend mit Wasser übergossen und zerschlagen. Ein Process dauert etwa 4 Stunden, und man macht wöchentlich etwa 250 Centner Weisseisen; im Durchschnitt beträgt der Abgang nur 3 bis 4 Procent, wogegen er sich bei den Feineisenfeuern auf 8 bis 10 Procent beläuft. Es ist diess um so beachtenswerther, da zu Wasseralfingen das zu verarbeitende Material sehr schlecht ist und dennoch ein vorzügliches Product liefert.

Weissofen, welcher mit Steinkohlengasen gefeuert wird. Zu Königshütte in Oberschlesien hat man neuerlich sehr gelungene Versuche gemacht, um das zu verpuddelnde Roheisen mittelst Gasen, die aus Steinkohlenklein erzeugt werden, weiss zu machen. Der dazu angewendete Apparat ist in den Fig. 8—13, Taf. 36, abgebildet.

Das Arbeitspersonal, erhält für 1 Centner geweisstes Eisen $\frac{1}{2}$ Silbergroschen Lohn. Nach einer zwölfstündigen Schicht werden diese Arbeiter durch zwei andere abgelös't.

Die Pressung des sowohl dem Gasgenerator, als auch dem Weissofen zugeführten Windes ist gering und wird nur durch eine Höhe von 19—20 Millimeter Quecksilber gemessen.

Das Einschüren des Brennmaterials in den Generator findet etwa alle halbe Stunden statt. Zu dem Ende nimmt einer von den Arbeitern, ohne dadurch den Ofenbetrieb zu unterbrechen, die gusseiserne Platte y, welche die Oeffnung x verschliesst, weg und giesst eine Kelle voll Wasser in den Generator, um die augenblicklich in der Oeffnung entstehende Flamme zu löschen. Darauf werden die rohen Steinkohlen, in Stücken von jeder Grösse, mit einer Schaufel in den Generator geworfen, dann die gusseiserne Platte wieder an ihren Platz gestellt und eine Kelle voll Wasser dagegen gegossen, welches auch von Zeit zu Zeit zwischen zweimaligem Schüren wiederholt wird, wenn sich in den Fugen zwischem dem Schürloche x und der Vorsetzplatte y einige Flammen zeigen.

Die Reinigung des Gasgenerators geschieht gewöhnlich wöchentlich einmal, wenn der Ofen ausser Betrieb gesetzt worden ist. Sie hat hauptsächlich den Zweck, die Schlacken fortzuschaffen, welche sich gebildet hatten, und welche den Rost des Generators verstopften. Auf der Sohle des Generators und in der Mauer *e* sind drei kleine Oeffnungen angebracht, welche dazu dienen, drei kleine Eisenstäbe in den Ofen zu führen, wo sie gewöhnlich bleiben. Von Zeit zu Zeit rüttelt einer der Arbeiter an den Stäben und zieht sie auf einige Augenblicke heraus, so dass der in den Generator einströmende Wind durch die Oeffnungen fast alle nicht verschlackte Steinkohlenasche wegtreibt.

Einsetzen und Schmelzen des Roheisens. — Man setzt 18—20 Cntr. graues, grobkörniges, in kleine Platten zerschlagenes Roheisen mittelst einer am untern Ende breiten Brechstange auf den Heerd und vertheilt es möglichst gleichförmig. Darauf verschliesst man alle Oeffnungen des Ofens und überlässt ihn sich selbst, indem man den Gang des Processes von Zeit zu Zeit, entweder durch die Oeffnung *u*, oder unten durch das, gewöhnlich mit einer kleinen Platte verschlossene Schauloch in der Thür *p*, beobachtet. Ist das Einschmelzen etwas vorgeschritten, so wird, zur Beschleunigung des Processes, die Rinde, welche sich auf dem Bade gebildet hat, mit einer spitzen Brechstange zerbrochen, und die obenschwimmenden halbgeschmolzenen Substanzen werden umgewendet.

Das Weissen oder Feinen. — Sobald das Einschmelzen vollendet ist, wozu, je nach der Beschaffenheit des Roheisens, und jenachdem der Ofen mehr oder weniger in Hitze war, 2 bis 3 Stunden erforderlich sind, so schreitet man zum Weissen. Zu dem Ende befestigt man die beiden Formen *l, l'*, in den Muffen des Cylinders *g,g*, dreht die Hähne auf und lässt durch die Formen den Wind einströmen, indem man die Quantität des durch den blechernen Kasten *k* in den Ofen strömenden etwas vermindert. Man nimmt dabei das Ansehen der in dem Ofen spielenden Flamme als Führer. Man nimmt nun $\frac{1}{2}$ Centner feingepochtes Eisenerz, feuchtet es sehr gleichförmig mit Wasser an und trägt es mit grossen Randschaufeln auf den Heerd und rührt es mittelst eines eisernen Hakens mit dem flüssigen Roheisen zusammen. Nach $1\frac{3}{4}$ Stunden untersucht man die Beschaffenheit des flüssigen Metalles und beurtheilt das Vorschreiten des Weissens durch die Funken, welche das rohe Eisen um sich wirft, durch die drehende Bewegung, welche es erreicht hat, und endlich, und diess ist am Entschiedensten, durch eine Probe, welche man mittelst einer, mit einem langen Stiele versehenen, eisernen Kelle aus dem Ofen holt. Man wird dadurch in den Stand gesetzt, zu beurtheilen, wieviel Eisenerz noch zugesetzt werden müsse, welches, wie das erste Mal, geschieht.

Da die während des Arbeitens im Ofen aus der Thür *p* ausströmende Flamme den Arbeitern sehr hinderlich ist, so hat man, wie auch bei andern Gasöfen, eine Form angebracht, welche vor der Thür Wind ausströmt und die Flamme zurückdrängt. — Die Schlacken werden nur selten und nur in dem Falle theilweise abgestochen, wenn das zu weissende Roheisen sehr gar ist und wegen dieser Beschaffenheit einen weit bedeutendern Eisenerz-Zuschlag erfordert, als gewöhnlich.

Abstich. — Sobald die genommene Probe die Vollendung des Feinens nachweis't, so schreitet man zum Abstiche, der in eine flache Form erfolgt, die aus mit Rändern versehenen gusseisernen Platten besteht, welche dicht aneinander gelegt werden. Vor dem Abstiche wird diese Form mit Kalkwasser bestrichen, welches eine dünne

Haut darauf zurücklässt, und wodurch das Anhängen des Weisseisens an die Form verhindert wird. Auf das abgestochene Weisseisen giesst man Wasser und schreckt dadurch die Schlacken ab, welche das gefeinte Roheisen bedecken, so dass sie durch Hammerschläge leicht losgetrennt werden können.

Nachdem darauf die Abstichöffnung mit einem Thonpfropfe verschlossen, der Heerd mit einem Haken geebnet und alle beschädigten Theile des Ofens mit feuerfestem Thon wiederhergestellt worden sind, schreitet man zu einem neuen Einsatze.

Betriebsresultate. — Das Verhältniss bei'm Weissen zuzuschlagenden Eisenerzes ist nach der Beschaffenheit des Roheisens veränderlich und nimmt, bei übrigens gleichen Umständen, über gewisse, von den Dimensionen der Heerdsohle bestimmte Gränzen weit schneller zu, als das einzusetzende Roheisen. Dasselbe ist auch mit der Dauer des eigentlichen Feinens der Fall.

Der Brennmaterialienverbrauch beträgt bei unterbrochenem, nur am Tage stattfindendem Betriebe, 60 Pfd. auf 100 Pfd. Weisseisen, bei ununterbrochenem wird er jedoch auf 40 Pfd. vermindert. Eine noch weitere Verminderung würde durch eine verringerte Höhe des Gewölbes über der Heerdsohle, welche nur höchstens 18—20 Zoll betragen müsste, sowie durch einen niedrigern Fuchs, der nur 3—4 Zoll hoch seyn sollte, herbeigeführt werden. Ferner wird es auch sehr zweckmässig seyn, die durch den Fuchs entweichende Flamme zum Vorwärmen des zu feinenden Roheisens und zur stärkern Erwärmung der zur Verbrennung der Gase erforderlichen Gebläseluft zu benutzen. — Der Roheisenabgang übersteigt 10 Procent nicht.

Der Puddelprocess.

Materialien.

Das Verpuddeln des Roheisens, Fein- oder Weisseisens erfolgt in Flammöfen, die mit Steinkohlen, Braunkohlen, Holz, Torf und Gasen gefeuert werden, unter dem Einfluss derselben Agentien, wie in den Frischfeuern. Das Roh- oder Feineisen wird auf dem Heerde des Ofens in Fluss gebracht, dann durch Menschenhände umgerührt, so dass alle seine Theile der Einwirkung des Luftstroms ausgesetzt werden, der durch den Zug der Esse hervorgebracht worden ist, sowie auch der Einwirkung der Schlacken, welche sich bilden, oder welche man während der Arbeit zuschlägt.

Von dem Roheisen. — Die verschiedenen Roheisenarten verhalten sich bei'm Puddeln fast auf dieselbe Weise, als bei'm Heerdfrischen; in beiden Fällen veranlasst das sehr graue Roheisen, welches nur in einer hohen Temperatur schmilzt und dann unmittelbar flüssig wird, stets mehr Arbeit und Abgang, als das weisse und halbirte Roheisen, indem sich dasselbe leicht in dem teigigen Zustande erhält, in welchem die Kohle von dem Sauerstoffe der Luft leicht entfernt ist; aus denselben Gründen ist es häufig der Fall, dass die letzteren Roheisenarten weit schlechtere Producte geben, als die ersteren. Feineisen, Weisseisen, oder auch gebratene Scheiben oder Blatteln, lassen sich sehr gut ohne Zuschlag von Garschlacken verpuddeln. Weisses oder halbirtes Roheisen erfordern den Zuschlag nicht durchaus, während graues Roheisen nur sehr langsam frischt, wenn man während des Processes nicht Hammerschlag anwendet, da es keine anderen Agentien giebt, die wirksam auf die Kohle seyn können, während das Metall im vollen Fluss ist. Man muss selbst oft

Wasser in den Ofen giessen, um das zu flüssige Metall abzukühlen, und um zu gleicher Zeit Oxydul zu bilden.

Aus diesen verschiedenen Gründen zieht man das halbirte Roheisen dem grauen vor; allein man muss sich vor dem Glauben hüten, dass dieses letztere nur unter der Bedingung gute Producte geben könnte, dass es in Feineisen verwandelt würde! Die Erfahrung beweis't alle Tage das Gegentheil, und es ist sicher, dass das Feinen nur dann unumgänglich nothwendig ist, wenn das rohe Eisen Phosphor enthält. Das graue Roheisen muss selbst dem weissen vorgezogen werden, wenn beide aus schwefelhaltigen Erzen, oder mit schwefelhaltigen Koaks erzeugt worden sind, da das zweite erwiesenermaassen immer mehr Schwefel, als das erstere, enthält. Kurz, man muss vor allen Dingen die Reinheit des Roheisens berücksichtigen und dann erst die grössere oder geringere Graphit- und Siliciummenge, welche es enthalten kann, weil diese Substanzen immer weit leichter fortgeschafft werden können, als Schwefel oder Phosphor.

Das zu verpuddelnde Roheisen wird immer in Stücken von 60 bis 85 Pfund angewendet; das Feineisen wird in Stücken von 40—50 Pfund zerschlagen.

Von den Steinkohlen. — Obgleich bei dem Puddeln das Eisen nicht in unmittelbarer Berührung mit dem Brennmateriale steht, so hat die Beschaffenheit der Kohle dennoch einen bedeutenden Einfluss auf seine Güte, und wenn man reine Steinkohlen haben kann, so muss man die Anwendung der schwefelhaltigen zu vermeiden suchen. Man nimmt gewöhnlich solche, die eine lange Flamme geben, etwas backen, sich leicht entzünden und sich leicht auf dem Rost erhalten. Es ist nicht erforderlich, dass sie eine hohe Temperatur entwickeln. Das Puddeln mit Sandkohlen, die keine Flamme geben (z. B., Anthracit), ist noch ein zu lösendes Problem; man wird ohne Zweifel noch dahin gelangen, dass sie mit Flamme verbrennen, wenn man Wasserdämpfe, die auf eine sehr hohe Temperatur gebracht sind, in den Heerd strömen lässt, und indem man das Zerspringen durch Mittel verhindert, die wir bereits im vorigen Bande kennen gelernt haben.

Unter den Braunkohlen giebt es einige Abänderungen, die eine sehr gute Flamme geben, und mit denen man bei'm Puddelprocess treffliche Resultate erreicht hat.

Von dem Holze. — Neuerlich hat man auch auf mehreren Hütten Holz zum Puddeln, sowie auch zum Schweissofenbetriebe angewendet; so namentlich zu Neuberg in Steyermark und auf mehreren andern österreichischen Hütten. Man benutzt besonders das Weisstannen-, Fichten- oder Rothtannen- und das Lerchenholz, indem dieselben, wie die Nadelhölzer überhaupt, eine sehr gute und lange Flamme geben. Das Holz, besonders wenn es geflösst worden ist, muss an der Luft, oder auch in Oefen gehörig getrocknet werden; um es lufttrocken zu machen, ist es am Zweckmässigsten, es in Haufen oder Maltern aufzustellen, die auf daruntergestellten Stützen mehrere Fuss über der Erde stehen, so dass die Luft darunter durchstreichen kann, und die oben eine dachförmige Gestalt haben, so dass das Regenwasser ablaufen kann.

Die zum Trocknen angewendeten Oefen haben eine verschiedenartige Gestalt, sie werden entweder unmittelbar, oder durch die entweichende Flamme aus anderen Oefen gefeuert. Die zu Neuberg angewendeten sind in der berg- und hüttenmännischen Zeitung, Jahrgang 1843, S. 444 ff., beschrieben und abgebildet, und wir müssen hier umsomehr darauf verweisen, ohne sie hier mitzutheilen, da alle diese Apparate erst versuchsweise angewendet worden sind, und man noch zu keinem absoluten Resultat über die beste Einrichtung gelangt ist. — Es versteht sich von selbst, dass das ge-

trocknete Holz in Stücke von zweckmässiger Länge geschnitten und gespalten wird. Das Zerschneiden geschieht am Besten mit einer Kreissäge, das Zerspalten der Kloben kann sehr zweckmässig mit einem vierflügeligen eisernen Keile bewerkstelligt werden.

Von dem Torf. — Der in den Puddel- und Schweissöfen in mehreren Hütten, z. B., in Königsbronn im Würtembergischen, in Böhmen etc., angewendete Torf wird erst lufttrocken gemacht, und dann in Trockenapparaten, welche entweder durch besondere Heerde, oder durch die entweichende Hitze aus anderen Apparaten erhitzt werden, gänzlich getrocknet. Diese Trockenapparate haben übrigens eine sehr verschiedene Einrichtung, und es würde uns, aus den schon oben beim Holz angeführten Gründen, zu weit führen, sie hier beschreiben zu wollen. Die zu Königsbronn im Würtembergischen angewendeten sind in der berg- und hüttenmännischen Zeitung, Jahrgang 1843, S. 737 etc., beschrieben und abgebildet worden.

Von den Gasen. — Eine jetzt sehr wichtige hüttenmännische Tagesfrage besteht in der Benutzung der aus den Hohöfen, aus den Frischfeuern etc. entweichenden, oder aus festen Brennmaterialien erzeugten Gase zur Feuerung von Flammöfen, sowie überhaupt die Ersetzung fester Brennmaterialien durch gasförmige. Die letzteren haben vor ersteren den Vorzug, die ihrer Hitzkraft entsprechende Temperatur augenblicklich zu entwickeln, so dass man eine weit stärkere und nach Belieben zu leitende Hitze erlangen kann. Es ist sehr leicht, mit den Gasen entweder eine Oxydation, oder eine Reduction, oder eine blosse Temperaturerhöhung weder mit der einen, noch der andern, hervorzubringen. Auch ist die Anwendung der gasförmigen Brennmaterialien weit ökonomischer, als die der festen, weil sie weit weniger Wärmeverlust veranlassen; sie ist auch schon desshalb weit zweckmässiger, weil dabei die Erzfeinde der Eisenfabrication, Schwefel und Phosphor, von dem Eisen abgehalten werden.

Ausserdem gewähren die gasförmigen Brennmaterialien noch den Vortheil, dass mittelst derselben die Temperatur der Verbrennung leicht verändert werden kann, indem man die Temperatur der zur Verbrennung der Gase in dem Ofen eingeführten atmosphärischen Luft modificirt. In den gewöhnlichen Oefen hat man diese leichten Mittel, um zum Zwecke zu gelangen, nicht. Nun ist es aber oft von Wichtigkeit, die von dem Brennmaterial entwickelte Temperatur auf's Höchste zu steigern. Denn offenbar gelangt man um so schneller und um so wohlfeiler dahin, z. B., um die Schmelzung oder die Erweichung des Eisens in den Flammöfen zu erlangen, je bedeutender die Differenz zwischen der erforderlichen und der wirklich vorhandenen Temperatur ist. Die Menge der benutzten Wärme, oder vielmehr diejenige, welche von der zu erhitzenden Substanz in den Gasstrom aufgenommen worden ist, wird bei übrigens gleichen Umständen ein um so bedeutenderer Bruch von der ganzen Wärme des Stroms seyn, je grösser dieser Unterschied zwischen den beiden Temperaturen seyn wird.

Ueber die Zusammensetzung der Hohofengase, sowie über die Wärmewirkungen derselben, wurde schon im 3. Bande, S. 252 etc., das Erforderliche gesagt. Wir haben hier noch Einiges über die Zusammensetzung der aus festen Brennmaterialien, sowohl vegetabilischen, als mineralischen, erzeugten Gase zu sagen, indem wir von den Generatoren bei den Puddelöfen reden werden.

Gase, die aus Kohlenlösche erzeugt worden sind, enthalten nach Ebelmen:

	1.	2.	3.
Kohlensäure . .	0,45	0,59	0,50
Kohlenoxydgas .	33,63	32,74	33,51
Wasserstoff . .	2,55	4,29	1,52
Stickstoff . . .	63,37	62,38	64,47
	100,00	100,00	100,00
Sauerstoff in 100			
Vol. Stickstoff .	27,2	27,2	26,7

Das Gas zur 1. und 2. Analyse war während des Betriebes des Generators mit gröberer Lösche aufgefangen; die Temperatur des Ofens war die Schweisshitze.

3. Gas vom Betriebe mit feinerer Lösche, 3 Stunden nach dem Wiederanblasen.

Gas, welches aus Holz erzeugt war:

	4.	5.	6.
Kohlensäure . .	9,55	6,67	7,80
Kohlenoxydgas .	29,45	32,21	32,59
	9,46	10,39	10,13
	51,54	50,72	49,48
	100,00	100,00	100,00

Das in dem Generator angewendete Holz bestand in starken runden Kloben, von denen $\frac{3}{4}$ aus harten und $\frac{1}{4}$ aus weichen Arten bestanden. Man führte Wind von gewöhnlicher Temperatur und Pressung ein. Die Temperatur des aus dem Generator ausströmenden Gases war nicht hoch, indem sie nach zehnstündigem Betriebe nur 125° C. betrug.

Das Gas der Analyse Nr. 4 war 2 Stunden nach dem Beginne des Betriebes aufgefangen worden; in den Ableitungsröhren setzte sich viel Wasser und Theer ab.

Das Gas der Analyse Nr. 5 war 9 Stunden nach dem Anfange des Betriebes aufgefangen, und

das Gas der Analyse Nr. 6 zwölf Stunden nach dem Anfange des Betriebes.

Aus Torf erzeugtes Gas. — Der Torf, mit welchem der Generator unter ähnlichen Umständen, wie bei der Kohlenlösche und bei dem Holze, gespeis't wurde, war auf einer Hochebene gewonnen; er ist braun von Farbe, und man kann noch viele Pflanzentheile bei demselben unterscheiden. Er war sehr lufttrocken.

Herr Ebelmen fand bei zwei Analysen:

Kohlensäure . .	7,32	10,79
Kohlenoxydgas .	22,63	21,04
Wasserstoff . .	5,92	9,36
Stickstoff . . .	64,13	58,81
	100,00	100,00

Aus Koaks erzeugte Gase. — Der Generator hat eine gewöhnliche Einrichtung; der ihm zugeführte Wind hatte eine Pressung von 25—30 Millimeter Quecksilber. Die aufgefangenen Gase gaben Herrn Ebelmen folgende Resultate:

Kohlensäure	. .	0,80	0,91
Kohlenoxyd	. .	33,31	33,76
Wasserstoff	. .	1,25	1,70
Stickstoff	. . .	64,64	63,63
		100,00	100,00

Uebrigens verweis't der Bearbeiter in dieser Beziehung auf die beiden ersten Hefte seiner Schrift: über den Eisenhütten-Betrieb mit den aus Hohöfen etc. entweichenden und aus festen Brennmaterialien erzeugten Gasen. (Quedlinburg und Leipzig, 1844 und 1845.)

Von den Puddelöfen.

Theile der Puddelöfen. — Ehe wir von den Vortheilen und Nachtheilen der verschiedenen Arten von Puddelöfen, welche man jetzt anwendet, reden, wollen wir die allgemeine Einrichtung dieser Apparate untersuchen, indem wir nach und nach den Feuerraum und seine Nebenbestandtheile, die Feuerbrücke, die Heerdsohle, den Fuchs, die Bekleidungen und die Esse, betrachten.

Der Feuerraum hat eine solche Einrichtung, dass er 70—90 Kilogramme Steinkohlen in der Stunde verbrennen kann, und man giebt ihm zu dem Ende eine Rostoberfläche von 0,70 bis 0,90 Quadratmeter. Die platten eisernen Roststäbe ruhen auf zwei gusseisernen Balken; sie sind beweglich und können selbst ganz weggenommen werden, damit man im Stande sey, den Rost mit Leichtigkeit zu reinigen, oder ihn selbst ganz wegzunehmen, wie diess zuweilen während des Betriebes geschieht. Das Einschüren des Brennmaterials wird durch eine kleine Oeffnung an der Seite bewirkt, die sich von Innen nach Aussen zu erweitert; man nennt sie das Schürloch. Sein kleinster Durchschnitt beträgt etwa 0,04 Quadratmeter, und seine innere Fläche liegt 0,30 bis 0,35 über der Rostoberfläche, je nach der Stärke, die man der Steinkohlenschicht geben muss, um sie zweckmässig zu verbrennen.

Der Boden des Aschenfalles liegt gewöhnlich 0,80 oder 1,00 unter dem Roste; diese Entfernung ist erforderlich, um der Luft einen freien Zutritt unter den Rost zu verschaffen, und um die Roststäbe der Einwirkung der Hitze zu entziehen, welche die durch dieselben fallenden Cinders entwickeln. Man löscht dieselben oft mit kaltem Wasser ab, welches um so zweckmässiger ist, da man sie in den Heerden mit langsamer Verbrennung wiederum anwenden kann.

Die Feuerbrücke, oder derjenige Theil, welcher den Feuerraum von dem Heerde trennt, hat hauptsächlich den Zweck, die Substanzen auf dem Heerde zu erhalten, und sie der unmittelbaren Einwirkung des Luftstroms zu entziehen. Ihre obere Fläche ist 0,45 oder 0,50 Meter von dem Rost und etwa 0,35 Meter von dem Gewölbe entfernt, so dass der Durchschnitt, durch welchen die Flamme auf den Heerd strömt, fast die Hälfte von dem des Rostes beträgt.

Die Heerdsohle, auf welche man das einzuschmelzende und zu bearbeitende Roheisen bringt, hat gewöhnlich eine dreifache Oberfläche von der des Rostes. Man macht sie zuweilen von Sand; gewöhnlich besteht sie aber aus einer einzigen oder mehreren aneinander gelegten gusseisernen Platten, die mit einer Schlackenschicht be-

deckt sind. Unter der Platte lässt man einen leeren Raum, damit sie durch einen Luftstrom abgekühlt werden könne und nicht während des Betriebes schmelze.

Die Thür, welche an dem breitesten Theile des Ofens befindlich ist, hat eine Breite von 0,40 Meter und eine gleiche Höhe. Man öffnet sie nur bei'm Einsetzen des Roheisens und bei'm Herausnehmen der Luppen; fast die ganze Arbeit geschieht durch eine kleine Oeffnung in dem untern Theile der Thür, das sogenannte Schauloch, durch welches man die Gezähe einführt.

Gewöhnlich bringt man unter der Platte des Thürrahmens einen kleinen Canal an, durch welchen man, wenn es erforderlich ist, alle auf dem Heerde befindliche flüssige Materie abstechen kann. Während des Betriebes ist diese Abstichöffnung nur mit Thon verschlossen.

Von der Thür ab wird die Heerdsohle schmäler und endigt auf der Seite der Esse mit einer kleinen Mauer von Ziegelsteinen, die kleine Feuerbrücke genannt; über dieselben können die überflüssigen Schlacken, welche auf dem Roheisen schwimmen, abfliessen. Sie fallen in einen leeren Raum, der unten mit einer Oeffnung, dem sogenannten Abstich oder dem Schlackenloch, versehen ist, durch welches sie nach Aussen abfliessen.

Ueber das Schlackenloch hinweg bringt man bei vielen Puddelöfen einen kleinen Glühofen an, in welchem man das zu verpuddelnde Roheisen vorwärmt, ehe man es auf den Puddelofenheerd aufträgt; man gewinnt auf diese Weise 10—15 Minuten auf die Dauer eines jeden Processes.

Das Gewölbe der Oefen senkt sich von der Feuerbrücke nach dem Fuchse zu; letzterer ist der dem Schlackenloche entsprechende Theil. Diese Einrichtung ist nothwendig, um auf allen Theilen der Heerdsohle eine fast gleiche Temperatur zu erhalten. Ferner muss auch das Gewölbe nach dem Schlackenloche zu stark gedrückt seyn, theils um die Schlacken flüssig zu erhalten, hauptsächlich aber, weil, um einen Ofen zu erwärmen, es das beste Mittel ist, sie abwärts strömen zu lassen, ehe sie sich in die Esse begeben; es ist dies ein durch die Erfahrung anerkannter allgemeiner Grundsatz.

Bekleidung der Oefen. — Das ganze Innere der Oefen muss aus feuerfesten Ziegelsteinen, von erster Qualität, construirt seyn; sie haben einen Mantel von gewöhnlichen Ziegelsteinen, und um die Wirkungen der Ausdehnung aufzuheben, wodurch die Wände auseinander getrieben werden, sichert man dieselben durch gusseiserne Verankerungen, die oben und unten durch schmiedeeiserne Stäbe verbunden sind. Da, wo das Gusseisen nicht theuer ist, umgiebt man die Oefen gänzlich mit gusseisernen Platten, die durch Schraubenbolzen und Querstangen miteinander verbunden sind. Diese Art der Construction lässt eine geringere Stärke des Mauerwerks zu und giebt dem Ganzen eine grössere Festigkeit.

Von den Essen. — Bei allen ältern Puddelöfen ist jeder mit einer besondern Esse von 12—14 Meter Höhe versehen. Der Querschnitt derselben, welcher auf der ganzen Höhe gleich ist, steht im Verhältniss zu der zu verbrauchenden Brennmaterialienmenge und beträgt im Allgemeinen $\frac{1}{4}$ von dem des Rostes. Die meisten Puddelöfen, welche Röste von 0,70 bis 0,80 Quadratmeter Oberfläche haben, sind mit Essen von 0,20 Quadratmeter Querschnitt versehen, welches einem Quadrat entspricht, dessen Seiten 0,45 Meter lang sind.

Die ganze Esse ruht auf gusseisernen Säulen, die auf einem guten Grunde stehen; die innere Wand besteht aus feuerfesten und die Bekleidung aus gewöhnlichen Ziegelsteinen. Im untern Theile bringt man in das Innere einen halben feuerfesten Ziegelstein und ausserhalb einen ganzen gewöhnlichen, in der Mitte einen halben feuerfesten und einen halben gewöhnlichen; oben nur einen halben feuerfesten. Zuweilen ist die Esse nur an den Kanten oder Ecken mit der Bekleidung versehen; man kann alsdann nur feuerfeste Ziegelsteine anwenden. Die drei Theile der Esse sind auf jeder Ecke mit zwei der Länge nach laufenden Eisenstäben verankert, die von Meter zu Meter durch Querstangen gefasst sind, und die zuweilen um 0,36 bis 0,40 nach Aussen zu sich verlängern, um darauf die Gerüste zu Reparaturen anzubringen.

Um den Zug des Ofens zu reguliren, bringt man auf der obern Oeffnung der Esse ein gusseisernes Register an; dasselbe ist mit einer Kette versehen, die bis nach Unten reicht, und die den Puddelarbeitern stets zugänglich ist (Taf. 41, Fig. 4—9).

Die bedeutenden Unterhaltungskosten, welche so leicht gebaute Essen erfordern, hat Veranlassung gegeben, statt dieser besondern Essen für jeden Ofen, eine einzige Esse von grossen Dimensionen, die man in die Mitte der Hütte stellt, zu erbauen und den Rauch von allen Oefen in dieselbe einzuführen. Man hat diese Einrichtung neuerlich, besonders in England, häufig angewendet, und wenn sie auch mehrere Anlagekosten erfordert, als die erstere, so erfordert sie doch bei Weitem weniger Reparaturen.

Von den verschiedenen Arten von Oefen. — Einfache Oefen (Tafel 40, Fig. 1—3) nennt man diejenigen Oefen mit einer Sohle von Sand oder von Gusseisen, die nur mit einer einzigen Arbeitsthür versehen sind, und in denen folglich nur ein einziger Puddler auf einmal arbeiten kann. Diese Oefen werden am Allgemeinsten angewendet, hauptsächlich in England. Die innern Wände oder das Futter bestehen fast gänzlich aus den besten feuerfesten Ziegelsteinen, welche wenigstens dem Betrieb von einer Woche zu widerstehen vermögen. Verarbeitet man Feineisen oder halbirtes Roheisen, dessen Schmelzung keine sehr hohe Temperatur erfordert, so halten sie selbst einen ununterbrochenen Betrieb von 14 Tagen ohne Reparatur aus; allein eine solche Dauer ist das Höchste, was man nur in denjenigen Hütten zu erreichen vermag, wo man sehr feste Ziegelsteine hat.

Der Betrieb dieser Oefen erfordert:

2 Puddler, die für die Tonne Rohschienen 4 bis 5 Franken erhalten;

2 Gehülfen, welche für dieselbe Gewichtsmenge $1\frac{1}{2}$ bis 2 Franken Lohn bekommen.

Diese vier Arbeiter lösen sich in acht- bis zwölfstündigen Schichten ab und verarbeiten bei einem Process etwa 180 Kilogramm Roheisen.

Die doppelten Oefen (Taf. 40, Fig. 6 und 7) unterscheiden sich von den vorhergehenden nur dadurch, dass ihr Heerd, der gross genug ist, um darauf mit Leichtigkeit wenigstens 200 Kilogramm Roheisen verarbeiten zu können, mit zwei Thüren versehen ist, durch welche man gleichzeitig arbeitet. Ihr Betrieb erfordert demnach wenigstens 4 Puddler und 2 Gehülfen.

Es haben diese Oefen keine Vortheile vor den einfachen, und man wendet sie gewöhnlich nur in denjenigen Hütten an, wo die Frischmethode der Champagne üblich ist.

Die Oefen mit einem Luftstrome, die sogenannten **Luft- oder Kochöfen** — *Fours bouillants* (Taf. 40, Fig. 4 und 5), haben dieselbe Form, wie die einfachen Oefen; allein die Feuerbrücken und die Seitenwände bestehen, statt aus Ziegelsteinen, aus hohlen Gusseisentheilen, durch welche man einen Luftstrom gehen lässt, so, dass sie nicht schmelzen. Der aus dieser Einrichtung hervorgehende grosse Vortheil, ist der, dass die Gestalt des Apparats während des ganzen Betriebes sich gleich bleibt, und dass der Kiesel der schmelzenden Ziegelsteine sich nicht mit dem Eisen verbindet und zu einem grössern Abgange Veranlassung giebt. Es ist diese Einrichtung besonders bei denjenigen Roheisensorten anwendbar, welches nur in einer hohen Temperatur verarbeitet werden kann, d. h., bei dem grauen Roheisen. Es wird dadurch der Puddelprocess sehr erleichtert, indem die geringe Temperatur der Wände des Apparats das gänzliche Flüssigwerden des Eisens verhindert und es vielmehr lange Zeit hindurch in einem teigigen Zustande erhält. Die Puddler wenden in diesen Luftöfen weit weniger Schlacken und Wasser an, als in den übrigen; sie erzeugen ein eben so gutes Eisen mit einem geringern Abgange und in weniger Zeit. — Die Luftöfen sind erst seit kurzer Zeit in Gebrauch, man hat sie besonders zweckmässig bei'm Verpuddeln von grauem Holzkohlen-Roheisen gefunden. Wir glauben daher, sie empfehlen zu dürfen; überall wird man ihre Zweckmässigkeit erkennen, besonders aber da, wo man keine sehr gute Ziegelsteine hat, und wo man schwierig zu verfrischendes Coaks- oder Holzkohlen-Roheisen verarbeiten muss.

Man wendet auch Oefen an, durch deren hohle Wände man einen Wasserstrahl gehen lässt. Diese sogenannten Wasseröfen sind jedoch nicht so zweckmässig, als die Luftöfen, da das Wasser leicht in den Heerd entweichen und alsdann eine nachtheilige Einwirkung auf den Betrieb haben kann.

Besondere Arten von Oefen sind auch diejenigen, welche mit Holz, Torf oder Gasen gefeuert werden, oder deren entweichende Hitze zur Feuerung von Doppelkesseln angewendet wird; wir kommen weiter unten speciell auf dieselben zurück.

Puddelarbeit.

Zurichtung des Heerdes. — Ehe ein Ofen in Betrieb gesetzt werden kann, muss sein Heerd zugerichtet werden, wenn dies mit Sand oder mit Schlacken geschehen kann. Letztere sind jedoch weit häufiger, als erstere. Die zu den Heerden angewendeten Schlacken sind nach der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens verschieden, indem man zu grauem Roheisen eines weit feuerfestern Heerdes bedarf, als zu weissem oder zu Feineisen. Die Heerde für graues Roheisen fertigt man aus alten, zerschlagenen Heerden, aus Hammerschlacken und aus Schwahl, von der deutschen Frischarbeit an. Man kann diese Substanzen entweder miteinander vermengen, oder jede für sich anwenden. Lässt man das Erforderniss, zum Verpuddeln von grauem Roheisen einen feuerfesten Heerd anzuwenden, unberücksichtigt, so setzt sich bald Frischeisen an den Heerd an und man ist genöthigt, denselben zu erneuern. Zu den Heerden von Oefen, in denen weisses Roheisen oder Feineisen verpuddelt werden soll, kann man auch Puddelofenschlacken anwenden, nie aber Schweissofenschlacken.

Soll ein Schlackenheerd zugerichtet werden, so zerschlägt man die Schlacken zu kleinen Stückchen und trägt davon auf die gusseiserne Heerdplatte eine etwa 0,08 Meter (3 Zoll) starke Schicht auf. Darauf giebt man ein starkes Feuer, und wenn

die Schlacken zu einem Teige geschmolzen sind, so ebnet man sie mit der rothglühenden Krücke. Der geschmolzene Heerd ist alsdann, jenachdem man graues oder weisses Roheisen verfrischen will, 0,03 bis 0,05 Meter (1—1½ engl. Zoll) stark. Zeigt es sich im Verlaufe der Puddelarbeit, dass der Heerd zu schwach ist, so verstärkt man ihn durch nachgetragene Schlacken.

Auf der Hütte zu Couillet in Belgien richtet man die Heerde des Nachts so zu, dass sie des Morgens um 6, bei'm Beginnen der Schicht, in Ordnung sind. Zu dem Ende fängt man des Abends um 11 zu feuern an, setzt dies 4 bis 5 Stunden lang fort, worauf der Ofen in Weissgluth gerathen ist, und die Schlacken den nöthigen Grad von Flüssigkeit erreicht haben. Daher ebnet er sich meistens von selbst und der Arbeiter hilft mit einer kleinen glühenden Krücke nach. Darauf öffnet man die Thür und giesst nach und nach, und in kleinen Portionen, einige Eimer voll Wasser auf den Heerd, damit er etwas erkalte und gehörig fest werde; er muss die Consistenz des schwachweissglühenden Eisens haben.

Bemerkt man nach einigen Frischprocessen, dass der Heerd nicht mehr fest genug ist, so kühlt man ihn durch einen langsamen Wasserstrom ab. Alte Heerde sind stets die feuerfestesten und besten. Die gewöhnliche Dauer des Betriebes beträgt 8 bis 14 Tage, worauf nothwendig eine Reparatur erfolgen muss. Zum Anfeuern eines Ofens, wozu man Reisigbündel und grosse Steinkohlenstücke anwendet, verbrennt man 1000 Kil. Steinkohlen.

Gewöhnlich muss der Heerdrand alle 24 Stunden mit Kalkstein oder feuerfestem Thon reparirt werden, jenachdem der Ofen eine Luftcirculation hat, oder massiv ist; graues Roheisen erfordert gewöhnlich eine noch öftere Reparatur.

Die Sandheerde werden aus möglichst reinem, feuerfestem Sande angefertigt, von welchem eine 0,15 bis 0,20 Meter (6—8 Zoll) starke Schicht möglichst fest eingestampft und dann mit einer 0,02 bis 0,03 Meter (¾ bis 1 Zoll) starken Schicht von zerpülverten Schlacken bedeckt wird. Nach einem vier- bis sechsstündigem Feuern, fangen die Schlacken an zu schmelzen, durchdringen die Oberfläche des Sandes und bieten alsdann eine ebene und harte Oberfläche dar, auf welcher die Brechstange ohne Mühe gleiten kann. Man giebt sowohl den Sand-, als auch den Schlackenheerden, nach der Mitte zu eine etwas concave Form, oder man lässt sie eben und giebt ihnen eine geringe Neigung nach dem Schlackenloche zu, jenachdem die Beschaffenheit des zu verarbeitenden Materials das Vorhandenseyn einer grössern oder geringern Schlakkenmenge erfordert. Feineisen wird auf ebnen Heerden verpuddelt, wogegen das mehr oder weniger graue Roheisen hohle Heerde erfordert.

Puddelarbeit auf Schlackenheerden. — Man unterscheidet zwei Hauptarten des Puddelns auf Schlackenheerden, nämlich das eigentliche Schlacken- oder Kochfrischen (*affinage par bouillonnement*) und das Wasserfrischen (*affinage à l'eau*). Ein jeder von diesen beiden Processen giebt zu zwei verschiedenen Methoden Veranlassung.

Kochfrischen oder eigentliches Schlackenfrischen. Erste Methode. — Nachdem der Ofen nach einem vier- bis sechsstündigen Feuern eine starke Rothglühhitze erreicht hat, setzt man etwa 230 Kil. oder 4½ Centner Roheisen mit 25 Procent Hammerschlag auf den Heerd, verschliesst die Thür, keilt sie mit eisernen Keilen fest und streut Schlackenstaub in die Fugen, oder verstreicht sie, was noch zweckmässiger ist, mit Lehm, in welchem Zustande sie bis zu dem Herausnehmen der

Luppen bleibt. Das Essenregister ist dabei gänzlich aufgezogen. Während des Schmelzens wird eine Brechstange durch das Schauloch der Thür in den Ofen geführt, und die Masse bei niedergelassenem Register so lange umgerührt, bis sich das Roheisen mit Schlacken bedeckt. Darauf öffnet man das Register gänzlich und rührt mit voller Kraftanwendung von der rechten zur linken Seite, und von der linken zur rechten Seite, bis das Roheisen die Gare erreicht. Das Register ist hierbei wieder völlig geöffnet. Die Schlacken blähen sich in dieser Periode des Frischens auf, und das Kochen wird so lebhaft, dass zuweilen ein Theil der Schlacken aus dem Schauloche herausläuft. Jemehr das Frischen vorschreitet, um so mehr nimmt das Kochen ab und die Schlacken sinken wieder. Ist die Verwandlung des Roheisens in Frischeisen erfolgt, d. h., hat es seine Flüssigkeit verloren, ist es locker geworden und zeigt es ein glänzendes Weiss, so rührt man es um, damit alle seine Theile dem Luftstrome ausgesetzt werden und die noch nicht gehörig gefrischten Theile die erforderliche Gare erreichen. Man schreitet darauf zu der Anfertigung der Luppen, wovon wir weiter unten näher reden werden, und sticht die Schlacken durch den Abstich unter der Thür ab. — Es werden bei dieser Methode die Oefen mit Luftcirculation angewendet.

Das Puddeln wird sowohl mit Roh-, als auch mit Feineisen auf gleiche Weise ausgeführt; jedoch setzt man von dem letztern jedesmal weniger ein. Sein Verfrischen erfordert die gewandtesten Arbeiter, die besten Oefen und etwas mehr backende Kohlen, indem das Feineisen trockener, als das Roheisen ist, auch weit schneller frischt.

Die Arbeit geschieht sowohl von dem Meister, als auch von den Gehülfen, welche sich darin getheilt haben, worüber sich jedoch nichts Allgemeines sagen lässt, da diese Theilung in verschiedenen Hütten verschieden ist. Das Umrühren oder Puddeln geschieht von beiden abwechselnd, indem der eine anfängt, sobald der andere ermüdet ist.

Bildung der Luppen *(balls)*. — Sobald sich die Eisentheile vereinigen und die schwer gewordene Schlacke zu Boden fällt, stösst sie der Arbeiter mit der Brechstange nach einer Brücke, gleichviel nach welcher, reinigt darauf mit der Krücke die freie Seite des Heerdes, indem er das Eisen, welches noch auf dieser Seite lag, auf die Oberfläche des Klumpens zieht. Er wiederholt dies zwei- und zuweilen selbst dreimal, oder vielmehr so lange, bis sich das Eisen in einzelne Stücke theilt, indem er es jedesmal von der freien Seite des Heerdes zurückwirft und die Seite, von der das Eisen weggenommen, reinigt.

Zertheilt sich das Eisen, so untersucht man die Theile mit der Brechstange, um zu sehen, ob sie dem Drucke widerstehen, oder ob sie sich in mehrere Theile theilen. In dem letztern Falle muss das Eisen nochmals über den Heerd geführt und umgedreht werden, wogegen im erstern Falle zum Luppenmachen geschritten wird.

Zu dem Ende wird die ganze Masse in 4, 5 oder 6 Stücke getheilt, jenachdem man 4, 5 oder 6 Luppen haben will. Die gebildeten Luppen werden nun nochmals recht der Hitze ausgesetzt und dann zur Seite der Feuerbrücke gelegt, oder wenn der Ofen recht in Gluth ist, auch wohl auf die Seite der kleinen Feuerbrücke, wiewohl es dort weit leichter verbrennt, als auf der andern Seite. Es wird darauf der Heerd gereinigt, und die sich noch vorfindenden kleinen Eisenstückchen werden, wenn sie noch nicht recht gar sind, nach der Thür gezogen, wo sie sofort ihren Kohlegehalt verlieren; man vereinigt sie darauf mit den zu kleinen Luppen.

Darauf nimmt man die zuletzt bei Seite gelegte Luppe, zieht sie mit der Krücke in die Nähe der Thür, drückt sie zusammen und giebt ihr die erforderliche Grösse, entweder, indem man die erwähnten kleinen Eisenstückchen hinzufügt, oder indem man mit der Brechstange ein Stück davon abschlägt. Hierauf schiebt man sie nach der freien Seite des Heerdes, zieht auf diese Weise alle Luppen über den Heerd und beendigt diese Arbeit mit der Reinigung des freigewordenen Platzes.

Die Luppen sind nun aus dem Groben bearbeitet und müssen vollendet werden. Zu dem Ende wird die zuletzt bearbeitete Luppe mit der Krücke durch Drücken abgerundet und auf die freie Seite des Heerdes geschoben. Es sind nun die Luppen zum Zängen fertig, wobei man mit der zuletzt fertig gewordenen beginnt.

Während des Luppenmachens muss das Ofenregister ganz geöffnet seyn; auch darf während dieser ganzen Zeit kein frisches Brennmaterial auf den Rost geworfen, ja es darf dieser auch nicht einmal mit der Brechstange durchstossen werden, indem die sich bei'm Schüren entwickelnden russigen Dämpfe das Schweissen erschweren. — Die bei Seite gelegten Luppen müssen so umgekehrt werden, dass sie von allen Seiten eine gleichmässige Hitze erhalten, und es müssen die meisten Luppen nach und nach in die Nähe der Feuerbrücke gelangen, wo die grösste Hitze herrscht; wogegen man sich wohl hüten muss, sie in die Nähe der Thür zu bringen, weil sie dort leicht verbrennen würden. Sehr zweckmässig ist es, die fertigen Luppen, bei geschlossenem Register noch einige Minuten lang im Ofen liegen zu lassen, ehe sie gezängt werden.

Eine andere Art der Luppenbildung besteht darin, mit der Krücke einen Eisenkern zu nehmen und denselben auf dem Heerde herumzurollen, wobei er andere Eisentheilchen aufnimmt, die sich, wie bei einem Schneeball, daran hängen. Hat die Luppe auf diese Weise die erforderliche Grösse erreicht, so rollt man sie nach der Feuerbrücke und schreitet zur Anfertigung einer andern Luppe. Diese Methode scheint dadurch vortheilhaft zu seyn, dass das stets mehr gefrischte Eisen von der Oberfläche weggenommen wird und dadurch eine andere Schicht des Eisens an die Oberfläche gelangt. — Das Luppenmachen ist der schwierigste Theil der Puddelarbeit und erfordert viel Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit. — Sollen die Luppen zwischen Walzen gezängt werden, welches jedoch nicht häufig geschieht, so muss man sie im Ofen mit der Brechstange möglichst zusammendrücken.

Einschüren des Brennmaterials. — Sobald das Roh- oder Feineisen in den Ofen eingesetzt worden ist, wirft man 60 bis 80 Kil. Steinkohlen auf den Rost; eine Viertelstunde darauf, nachdem man die Roheisenstücke in dem Ofen umgewendet hat, führt man wieder 20—30 Kil. Steinkohlen ein. Nach 25 bis 30 Minuten, wenn die Schmelzung des Roheisens erfolgt ist, wirft man alsdann nochmals eine geringe Quantität von 4 bis 5 Kil. Steinkohlen auf. Zweckmässig ist es nun, nicht eher wieder zu feuern, als bis das Luppenmachen gänzlich vollendet ist, indem auf diese Weise der Abgang vermindert und ein besseres Eisen erreicht wird. Ein viertes und letztes Schüren erfolgt dann nach dem Luppenmachen und hat das Schweissen der Luppen zum Zweck, jedoch erfordert es zuweilen die Beschaffenheit der Kohlen, die Qualität des Roheisens und der Zustand des Ofens, selbst bis acht Mal während eines Frischens zu schüren; während des Kochens darf man aber nie mehr als zwei oder drei Schaufeln voll Brennmaterial auf den Rost werfen.

Materialverbrauch und Abgang. — Dauer eines Frischens. — Der Abgang beträgt nur 8 Procent. Mit weissem Roheisen macht man in 12 Stunden 6,

mit grauem 5 und mit Feineisen 8 Processe. Folgendes ist die Dauer der verschiedenen Frischmethoden bei grauem und weissem Roheisen, sowie bei Feineisen.

	Graues Roheisen.	Weisses Roheisen.	Feineisen.
Einsetzen	5 bis 5′	5 bis 5′	5 bis 5′
Schmelzung	30 — 40	30 — 40	30 — 40
Kochen	50 — 50	30 — 40	12 — 18
Umrühren des Eisens . .	15 — 20	15 — 20	Das Uebrige wie
Luppenmachen . . .	15 — 20	15 — 20	bei dem weissen
Herausnehmen der Luppen .	10 — 10	10 — 10	Roheisen.
Zurichten des Ofens . .	5 — 15	5 — 10	
	120 bis 150	110 bis 145′	92 bis 118′

Zu Couillet in Belgien gebraucht man im Durchschnitte zu 1000 Kil. Rohschienen 1000 Kil. Steinkohlen, oder genauer, 1320 Kil. Steinkohlen zu 1100, 1300 und 1680 Kil. Rohschienen, jenachdem man graues oder weisses Roheisen, oder Feineisen verarbeitet. Auf andern belgischen Hütten, die ein reineres Brennmaterial haben, als die genannte (wo es etwas schwefelhaltig ist), ist der Steinkohlenverbrauch geringer.

Zweckmässig ist es, den Puddelprocess nicht zu sehr zu beschleunigen, denn, wenn der Materialverbrauch dadurch auch etwas bedeutender wird, so erhält man doch ein besseres Product und der Abgang bei'm Ausschweissen ist geringer und es wird dadurch das wiederholte Gerben weniger erforderlich.

Zweite Methode des Kochfrischens. — Es unterscheidet sich dieses Verfahren von dem vorhergehenden nur dadurch, dass man 50 Procent garende Zuschläge anwendet, und dass man das Register stets offen lässt, so dass die Temperatur im Ofen immer höher ist; man erhält daher auch mehr und ein fadigeres Eisen. Mit grauem Roheisen macht man 11 Frischen in 24 Stunden, mit weissem 13. Das auf diese Weise producirte Eisen verhält sich besonders im Kalten sehr gut, und die Methode wird daher vorzüglich bei der Eisenbahnschienen-Fabrication angewendet; aber auch zur Verarbeitung des trocknen Feineisens, scheint diese Methode sehr vortheilhaft zu seyn. Man tadelt jedoch an dieser Frischmethode, dass die vielen angewendeten Zuschläge das Frischen zu sehr beschleunigen, so dass die in dem Roheisen enthaltenen fremdartigen Substanzen nicht vollständig abgeschieden werden können; aus welchem Grunde man auch auf vielen Hütten der vorhergehenden Methode den Vorzug einräumt.

Weder bei der einen, noch bei der andern Methode des Kochfrischens darf man Schlacken auf das flüssige Roheisen werfen, indem dieser garende Zuschlag zu kräftig einwirkt. Je flüssiger nämlich das Roheisen ist, um so besser wird das daraus dargestellte Eisen werden.

Wasserpuddeln, alte Methode. — Man setzt bei dieser das Roheisen ohne Schlacken ein, und sobald es roth zu werden beginnt, sucht man es durch Schläge mit der Brechstange zu zerbrechen und rührt es um. Ist es nun bis zu nussgrossen Stükken zerkleinert, und stehen die Stücke im Begriff zu schmelzen, so lässt man das Register nieder und lässt Wasser auf die Stücke, welche schmelzen wollen. Statt Wasser allein, kann man auch noch Roheisenfeilspäne und Hammerschlag anwenden. Man fährt fort, das Roheisen nach Rechts und nach Links zu wenden, die noch zu grossen Stücke zu zerbrechen, Wasser aufzugiessen und Eisenzuschläge aufzuwerfne, bis

die ganze Masse zerpulvert ist. Darauf steigert man die Hitze durch Oeffnen des Registers, und fährt mit dem Umrühren fort, bis das Eisen gar geworden ist.

Die bei dieser Methode angewendeten Oefen müssen massiv seyn, indem die Luftöfen keine schnelle Circulation gestatten, welches aber eine Hauptbedingung ist, um einen geringen Abgang und ein gutes Product zu erlangen. Die zu jedem Frischen angewendete Wassermenge beträgt etwas 100 Liter oder 90 preuss. Quart.

Mit grauem Roheisen kann man nicht mehr, als 4 und mit weissem nicht mehr, als 5 Frischen in 12 Stunden machen. Der Abgang beträgt 14 bis 15 Procent, ist daher bedeutender, als bei jeder andern Methode. Das auf diese Weise producirte Eisen verhält sich in der Hitze besser, als das von den vorhergehenden Methoden, indem das Wasser, mit welchem man das Eisen begiesst, die Abscheidung einer grossen Schwefelmenge bewirkt. In gewöhnlicher Temperatur ist das Eisen härter und spröder, als das durch das Schlackenfrischen dargestellte.

Wasserpuddeln, gemischte Methode. — Man setzt das Roheisen ohne Zuschläge ein, giebt eine starke Hitze und wendet und zerbricht es, um das Schmelzen zu befördern. Sobald es in Fluss gerathen ist, lässt man das Register herab und giesst nach und nach soviel Wasser darauf, bis es zerpulvert worden ist. Darauf öffnet man das Register nach und nach und steigert die Hitze stufenweis, bis das Eisen gar geworden ist, worauf man zum Luppenmachen schreitet.

Man kann zu dieser Methode die Luftöfen anwenden. Die aufzugiessende Wassermenge beträgt für einen Frischprocess etwa 20 Liter oder 18 Quart. Mit weissem Roheisen macht man 5 und mit grauem 4 Frischen, wie bei der vorhergehenden Methode, mit reinem Feineisen und guten Steinkohlen jedoch 8 Frischen in 12 Stunden. Der Abgang beträgt 9,12, ja selbst 15 Procent. Das producirte Eisen ist fadig.

Puddeln auf dem Sandheerde. — Diese Methode des Puddelns kann nur mittelst Wasser bewerkstelligt werden, indem es die Erhaltung des Schmelzheerdes erfordert, dass das Roheisen krümlig oder pulverförmig bleibt und nicht schmelze; auch darf man nur gutartiges weisses Holzkohlen-Roheisen oder Feineisen verarbeiten. Die Schlacken von grauem oder unreinem Roheisen würden nämlich den Sand angreifen und sich mit dem Eisen bis zum Fundament des Ofens durchbrechen. Ausserdem bedarf man zu diesem Puddeln einer weit höhern Temperatur, als zum Schlackenfrischen und folglich einer weit bessern Steinkohle. Da ferner das Frischen länger dauert, da man dazu einen guten feuerfesten Sand haben muss, dessen Herbeischaffung oft bedeutende Kosten verursacht, wogegen die Schlacken nur geringen Werth haben; da in der hohen Temperatur Roststäbe und Gezähe sich sehr viel abnutzen, und endlich zum Puddeln auf dem Sandheerde viel Geschicklichkeit und Kraft erforderlich sind, so hat diese Methode viel Nachtheile. Ihr Vortheil besteht in der bessern Qualität des Eisens, indem es durch die Anwendung des Wassers gänzlich von Schwefel befreit wird und der Sand in Verbindung mit dem Eisenoxyd auch den Phosphorgehalt wegnehmen soll. Das auf diese Weise dargestellte Eisen hat einen körnigen Bruch, und man kann damit hauptsächlich feines Band- und Rundeisen fabriciren.

Puddelprocess in den Oefen mit Wassercirculation. — Der Schmelzheerd wird auf dieselbe Weise, wie bei dem Schlackenpuddeln, vorgerichtet, und dem einzuschmelzenden Roheisen werden 25 bis 40 Procent Hammerschlag von dem Walzwerke zugeschlagen. Die Schmelzung erfolgt wie bei dem Schlackenfrischen, indem

man das Register fast gänzlich offen und das Feuer so hell, wie möglich, erhält. Das Roheisen kocht nicht so stark und auch nicht so lange, als in den Luftöfen, und nach dem Kochen wird das Eisen trockener, als in denselben, so dass der Puddler die Eisenstücke besser wenden und der Luft aussetzen, sowie sie leichter theilen kann. Sind zuviel Schlacken auf dem Heerde, so werden sie vor dem Herausnehmen der Luppen abgestochen, welche Vorsicht bei den Wasseröfen nothwendig ist, indem das Kochen in denselben nur kurze Zeit dauert, und daher leicht schlecht gefrischtes Eisen auf dem Heerde zurückbleibt, besonders bei der Verarbeitung von grauem Roheisen. Das in den Wasseröfen dargestellte Eisen ist besonders zur Blech- und Schneideisenfabrication anwendbar.

Versuche, die man hauptsächlich in der Absicht gemacht hat, um gutes Eisen aus schlechtem Roheisen darzustellen. — Eine der wichtigsten Aufgaben des Eisenhüttenmannes ist die, gutes Stabeisen aus mangelhaftem Roheisen darzustellen, und da nun das Puddeln eine weit einfachere, leichtere, wohlfeilere und vollkommnere Operation ist, als das Heerdfrischen, so sucht man die Lösung dieses Problems hauptsächlich durch die Vervollkommnung des Puddelprocesses.

In mehrern Hütten wendet man zur Verbesserung des Stabeisens das sogenannte Schafhäutl'sche Pulver an. Will man es anwenden, so darf das Schlackenbad nie dünner als 2 Zoll seyn. Das Pulver besteht aus 2 Gewichtstheilen Manganoxyd (Braunstein), aus 3 Theilen Kochsalz und aus 12 Theilen Töpferthon, welche Substanzen fein zerpülvert und gehörig untereinander gemengt werden. Bei jedem Frischen braucht man auf etwa 100 Theile des zu verfrischenden Roheisens 1 Theil von dem Pulver, welches während des Kochens in 10 bis 15 Dosen zugesetzt und mit dem Roheisen und den Schlacken gehörig vermengt wird; das übrige Verfahren ist wie gewöhnlich. In Belgien fand man, dass zwar das Eisen durch diesen Zusatz verbessert werde, dass aber das Kochsalz eine sehr nachtheilige Einwirkung auf die Wände und auf das Gewölbe des Ofens habe. Die Ursache der vortheilhaften Einwirkung des Schafhäutl'schen Pulvers auf das Eisen ist sehr verschieden angegeben worden.

Wahrscheinlich wird das metallische Eisen das Natron in dem basischen Silicat reduciren, und das Natrium, ein flüchtiges Metall, wird den Schwefel und den Phosphor, die zu ihm eine grössere Verwandtschaft, wie zu dem Eisen haben, mit sich fortnehmen. Auf der andern Seite scheint es weit natürlicher, die Wirkung des Schafhäutl'schen Pulvers mittelst des bekannten Einflusses des kohlensauren Natrons und folglich auch seiner Subsilicate auf das phosphorhaltige Roheisen zu erklären; denn Hr. Karsten bemerkt, dass, wenn man phosphorhaltiges Roheisen mit kohlensaurem Kalke schmelze und den Kalk in Essigsäure auflöse, man darin keine Phosphorsäure fände; werde aber der Kalk durch Kali oder Natron ersetzt, so verwandele sich der Phosphor vor der Schmelzhitze in Säure. Die von diesem Processe herrührenden Alkalien schlagen sofort, wenn man sie in Wasser auflös't, mit Essigsäure übersättigt, und dann mit essigsaurem Blei behandelt, phosphorsaures Blei nieder. Man kann sich dieses sehr einfachen Mittels bedienen, um die Menge des in dem Roheisen vorhandenen Phosphors aufzufinden. Das durch das Pulver in die Schlacken geführte Mangan muss durch die grosse Einwirkung, welche es auf das Silicium und den Phosphor im Roheisen hat, ebenfalls günstige Einwirkungen ausüben.

Nach Karsten (Eisenhüttenkunde Bd. 4, S. 322), ist es nicht Chlor, was sich durch das Schafhäutl'sche Pulver entwickelt, sondern nur Hydrochlorsäure, und das

zur Bildung derselben erforderliche Wasser rührt von dem, in dem Manganoxyd und vorzüglich in dem Thon vorhandenen her. Karsten erklärt die vortheilhafte Wirkung des Schafhäutl'schen, sowie die aller andern Verbesserungsmittel, als Kochsalz, Kalk, Alkalien, Braunstein, Salpeter etc., durch die Annahme, dass diese Stoffe viel Gas entwickeln und die Abscheidung der Schlacke befördern. Karsten gesteht zu, dass das Schafhäutl'sche Pulver die Qualität des Eisens verbessere und das Frischen beschleunige, allein er ist der Meinung, dass es nicht bessere Resultate gebe, als andere Gemenge, die eine von der Schafhäutl'schen verschiedene Zusammensetzung haben. Er fügt hinzu, dass die Einwirkung dieser Gemenge keiner unmittelbaren Entwickelung des Schwefels und Phosphors durch Verglasung oder Verflüchtigung zugeschrieben werden müsse.

Engelhard hat den Salpeter als Mittel empfohlen, um den Schwefel-, Phosphor- und Arsenikgehalt des zu verpuddelnden Roheisens in Säuren zu verwandeln. **150** Kil. phosphor- und schwefelhaltiges Roheisen wurden mit $\frac{1}{2}$ Kil. Salpeter behandelt, die man in **3** Theilen bei den verschiedenen Frischperioden zusetzte. Man erhielt ein weit besseres Eisen, als gewöhnlich. Der Salpeter wirkt durch seinen Sauerstoff und sein Alkali; allein da er theuer ist, so kann er nicht als allgemeines Verbesserungsmittel angewendet werden.

Auf den belgischen Hütten zu Couvin und Yve hat man neuerlich ein Verfahren angewendet, wodurch das Feinen und Puddeln vereinigt wird. Man richtet nämlich, mittelst zweier, links und rechts von der Thür angebrachten Düsen, den Windstrom eines Gebläses auf das in dem Flammenofen zu verfrischende Roheisen. Der Process ist das Schlackenfrischen, und man giebt den Wind während des Kochens. Man erhält auf diese Weise ein besseres Eisen, welches weniger Silicium und Phosphor enthält, als das bei dem gewöhnlichen Verfahren erlangte; allein es findet dabei ein stärkerer Abgang statt, und der Rothbruch scheint dadurch nicht verbessert werden zu können.

Beschaffenheit des Stabeisens im Allgemeinen. — Man unterscheidet bei dem Stabeisen sehr zweckmässig festes, mürbes und solches Eisen, welches das Mittel zwischen beiden hält. Das feste Eisen lässt sich in der Kälte biegen und zerbricht erst dann, wenn es mehrmals an einer und derselben Stelle gebogen worden ist, wogegen mürbes Eisen durch Schläge in der gewöhnlichen Temperatur zerbricht, also mehr oder weniger rothbrüchig ist. Gutes, festes Eisen hat einen fadigen Bruch; ein körniger, zackiger, mit rauhen Unebenheiten versehener Bruch ist ein Beweis, dass das Eisen nicht gehörig bearbeitet wurde. Die Körner sind entweder klein, dicht zusammengedrängt, weiss und matt, wie die des Stahls, oder gross, dunkel und glänzend, wie die des Roheisens, oder auch bläulich, glänzend und gross. Im erstern Falle nimmt man an, dass das Eisen nicht gehörig gefrischt worden sey, oder die erforderliche Kohlenstoffmenge verloren habe; wogegen in dem dritten Falle das Eisen zuviel Kohle verloren hat oder verbrannt ist. Festes, körniges Eisen kann durch zweckmässige Bearbeitung in fadiges verwandelt werden. Mürbes Eisen hat einen plattkörnigen, weissen, glänzenden und ebenen Bruch, ohne Hackeln; häufig besteht das Eisen aus einem Gemenge von festem und mürbem.

In der Wärme kann sowohl festes, als mürbes Eisen bei'm Biegen zerbrechen, und es heisst alsdann rothbrüchiges. Der Rothbruch zeigt sich in verschiedenen Temperaturen, von der Kirschroth- bis zur Weissglühhitze. Rothbrüchiges Eisen hat einen

dunklern und mattern Bruch, als das übrige mürbe und feste Eisen. Ist es fadig, so sind die durch den Bruch entblössten Fäden in der Querrichtung zerrissen, und die Fadenbündel in Blättchen abgeschnitten; die Fäden sind aber stärker, als bei nicht rothbrüchigem Eisen. Fadiges Eisen ist um so besser, je weisser, länger, glänzender, feiner und gleichförmiger die fadige Textur ist. Der Rothbruch rührt am Häufigsten von Schwefel, seltener von Kupfer etc. her.

Mürbes Eisen verdankt die Eigenschaft des Kaltbruchs dem Phosphor, wiewohl es auch Eisen giebt, welches frei von dieser Substanz und dennoch kaltbrüchig ist; es ist dies das verbrannte Eisen, welches gar keine Kohle, aber viel Silicium enthält. Sein Bruch hat glänzende und weisse Flächen, jedoch unterscheidet er sich durch einen bläulichen Farbenton.

Karsten nimmt die Härte als Basis bei seiner Classification des Eisens an und rechnet zu dem harten das rothbrüchige, das mürbe und das feste Eisen, deren Bruch stahlartig ist, oder die bei kleinen Stücken einen silberweissen Faden haben. Als weiches Eisen sieht er dagegen das feste, mit grobem, dunkelm und glänzendem Bruche an, der leicht fadig wird und eine Mittelfarbe zwischen Bleigrau und Silberweiss hat. Auch das verbrannte Eisen rechnet er zu dieser Classe. Nach den Versuchen von Valerius verhält sich dasselbe aber, sowohl in der gewöhnlichen Temperatur, als Hitze, als festes Eisen, indem körniges stets härter, als fadiges ist. Karsten sieht den grössern oder geringern Kohlegehalt des Stabeisens als die Ursache seiner Härteverschiedenheit an, und obwohl diese Annahme viel Wahres enthält, so ist sie doch nicht absolut richtig. Die Eigenschaften des Eisens sind unendlich verschiedenartig, und man kann diese Verschiedenheiten nicht einem einzigen Körper zuschreiben; die wahrhafte Natur des Eisens ist noch problematisch.

Verhalten des Roh- und des Frischeisens im Puddelofen. — Weisses Roheisen hat auf dem Ofenheerde eine rothe Farbe, mag festes oder mürbes Eisen daraus dargestellt worden seyn, während graues und halbirtes Roheisen bei'm Einschmelzen eine um so weissere Farbe erlangt, je fester das aus ihnen dargestellte Eisen ist.

Die Luppen vom mürben Eisen erkennt man bei'm Zängen unter dem Hammer durch ihre Farbe, die röther als die des festen Eisens ist, durch ihre Biegsamkeit und durch die Leichtigkeit, mit der sie in Stücke zerfallen, so dass solche Luppen stets schwierig zu zängen sind. Die auseinander gegangenen Stücke schweissen jedoch leicht wieder von Neuem. Die Luppen des festen Eisens haben mehr Zusammenhang und gehen unter dem Hammer sehr leicht auseinander.

Gut gefrischtes mürbes Eisen entwickelt keine Flamme unter dem Hammer, wogegen Luppen von festem Eisen zuweilen kleine weisse, oder blaue Flämmchen ausstossen. Blaue Flammen werden als das Zeichen eines unvollkommenen Frischens angesehen, als das einer während des Kochens unzureichenden Arbeit, oder eines zu plötzlichen Kochens. Die starke weisse Flamme, welche die mit Holzkohlen gefrischten Luppen unter den Hammerschlägen geben, rühren von der Einmengung kleiner Kohlen in die Masse her, wogegen blaue Flammen auch für solches Eisen das Zeichen einer unvollständigen Abscheidung der Kohle sind.

Festes, unvollständig gefrischtes Eisen ist fadig, allein die Textur ist minder weiss und kürzer, als die des während des Kochens gehörig umgerührten Eisens; es hat auch Korn, aber ein roheisenartiges, d. h., kleines, dunkles und mattes. Es ist minder gut und

schweissbar, als das andere Eisen, erleidet in dem Schweissofen mehr Abgang, erhält aber durch das Gerben gute Eigenschaften. Zuweilen stellt man solches Eisen absichtlich dadurch dar, dass man das Roheisen während des Kochens abkühlt. Man wendet solches Eisen besonders zweckmässig zu Anfertigung von Roststäben an.

Mürbes Eisen muss jedoch stets vollständig gefrischt und während des Kochens möglichst gut durchgearbeitet werden, weil es sonst unter den Hammerschlägen auseinander gehen würde.

Eine Luppe von festem Eisen, die zu lange auf einem Schlackenheerde gelegen hat, oder die abgekühlt und nicht zu gehöriger Zeit gezängt worden ist, erleidet einen starken Abgang und giebt ein minder gutes Eisen. Dasselbe ist auf dem Bruche dunkler, der Faden ist kürzer, es schweisst schlecht, ist kaltbrüchig und zeigt sich unter dem Hammer und zwischen den Walzen ganz wenig fest.

Wird eine auf diese Weise abgekühlte Luppe auf einem Sandheerde ausgeschweisst, so wird sie dagegen besser, wird langfadiger, weisser und reiner, als unter den gewöhnlichen Umständen. Es gehört aber dazu ein sehr niedriger Schweissofen, damit das Eisen nicht verbrenne.

Ein roh- oder kaltgehendes Roheisen, oder ein nicht in gehöriger Temperatur befindlicher Ofen, oder ein unvollkommenes Umrühren während des Arbeitens oder Kochens geben ein schlechtes Eisen von feinem, dunklem und mattem Korn. War die Arbeit gut und rührt der Fehler von dem Roheisen oder Ofen her, so ist der Bruch des Eisens gleichförmig und rein, in entgegengesetztem Falle ist er unrein, oder mit schlechten Faden und Schlacken vermengt. Stahlartiges, mit unvollständigem Kochen verfrischtes Roheisen, giebt keinen Stahl, sondern ein Eisen von schwarzem Korn.

Haben Roh- oder Feineisen nur wenig Neigung, ein fadiges Eisen zu geben, so ist es hinreichend, dasselbe während des Kochens nicht umzurühren. Es wird alsdann zwar ein Faden entstehen, aber nur ein kurzer, es wird ein grosser Abgang stattfinden, das Eisen wird austrocknen, an Schweissbarkeit verlieren, sehr schieferig und sehr spröde werden.

Trocknes Eisen *(fer sec)* nennt man solches, welches bei'm Zängen in Stücke zerfällt, und welches entweder von einem rohgehenden Roheisen herrührt, oder welches bei einer zu niedrigen Temperatur verfrischt, oder dessen Faden zu kurz ist.

Festes Eises, welches durch eine zu starke Einwirkung der Luft körnig geworden ist, hat einen grobkörnigen weissen, glänzenden und zackigen Bruch. Nie sind aber die Körner solchen Eisens plattgedrückt, wie die des phosphorhaltigen oder mürben Eisens. Festes Eisen mit schwarzen oder dunklen Körnern ist stets weicher, als dasselbe Eisen, wenn es fadig geworden ist. Auch wird es durch Abkühlen in der Luft nicht härter. Dagegen ist das Eisen mit weissen Körnern härter, als dasselbe Eisen mit sehniger oder fadiger Textur.

Wirft man während des Kochens Sand in den Puddelofen, so wird die Production eines körnigen Eisens befördert und der Abgang erhöht. Kalkstein dagegen giebt Sehnen oder Faden.

Ueber die Production und den Materialienverbrauch machen wir hier noch folgende allgemeine Bemerkungen. Um stets gleiche Producte und einen gleichförmigen Betrieb zu erhalten, welches sehr wesentliche Puncte sind, muss das den Puddlern übergebene Roheisen stets so ausgewählt seyn, um ein Gemenge von gleicher Beschaffenheit zu geben. Man setzt demnach jede Ladung aus weissem Roheisen, aus

grauem Roheisen, aus Feineisen (wenn man solches anwendet) und aus Brucheisen *) in den Verhältnissen zusammen, welche die Erfahrung als die zweckmässigste erkannt hat.

Da die Entkohlung des Roheisens in den Puddelöfen nie so gut erfolgt, als in den Frischfeuern, denen Gebläsewind zugeführt wird, so erhält man in den erstern im Allgemeinen kein so gutes Eisen, als in den zweiten, besonders, wenn man reines Roheisen verfrischt. Wendet man unreines Roheisen an, so nimmt man häufig das Entgegengesetzte wahr, d. h., man erhält durch das Puddeln bessere Producte, als bei'm Heerdfrischen. Diese Thatsache, deren Allgemeinheit wir durchaus nicht verbürgen wollen, kann dem Umstande zugeschrieben werden, dass in gewissen Fällen die Abscheidung der fremdartigen Stoffe, wie Schwefel und Phosphor, weit wirksamer in einem Ofen, als in einem Heerde, erfolgt; dennoch lässt es sich nur sehr schwierig erklären.

Die tägliche Production eines einfachen Puddelofens beträgt zwischen 2400 und 3400 Kil. (45 bis 60 Centn.) Rohschienen in 24 Stunden, d. h., 60—85 Tonnen in dem Monat. Er hängt wesentlich von der Beschaffenheit des Roheisens, sowie auch von der Güte des Ofens, von der des Brennmaterials und von der Geschicklichkeit der Arbeiter ab. Ist mit dem Puddelofen ein Glühofen zum Vorwärmen der Roheisenstücke verbunden, so können in 24 Stunden 2 Frischprocesse mehr gemacht werden, welches nicht unberücksichtigt gelassen werden darf. In der Champagne giebt ein doppelter Ofen mit einem kleinen Vorwärmofen 90—100 Tonnen in einem Monat.

Zur Production von 1000 Kilogramm Rohschienen sind 1050—1130 Kil. Roheisen erforderlich; der ganze Abgang, sowohl im Ofen, als bei'm Zängen, beträgt daher etwa $\frac{1}{10}$.

Der Steinkohlenverbrauch schwankt in sehr ausgedehnten Grenzen und hängt hauptsächlich von der Beschaffenheit des Roheisens ab. Zu Bradford in England, wo man nur Feineisen verpuddelt, verbraucht man nur 700 Kil. auf die Tonne Eisen; zu Decazeville in Frankreich, wo man ein Gemenge von Coaks und Holzkohlen-Roheisen und von Feineisen verfrischt, verbrennt man 7—900 Kil. auf die Tonne des Productes.

Im französischen Maas-Departement verbraucht man 650—700 Kil. Steinkohlen von Saarbrück; in der Champagne mit den doppelten Oefen oft nur 530—550 Kil. auf die Tonne; zu Vierzon im Cher-Departement verbraucht man nur ohngefähr 640 Kil. Steinkohlen von Commentry.

Puddelofen-Schlacken. — Karsten sagt in seiner Eisenhüttenkunde, Bd. 4. S. 266, über die Zusammensetzung der Schlacken Folgendes: „Die Schlacke, welche bei dem Verfrischen in den Puddlingsöfen erhalten wird, sollte sich in ihrer Zusammensetzung mehr der Garfrischschlacke, als der Rohfrischschlacke nähern. Diess ist jedoch nicht der Fall, indem sie gewöhnlich soviel Kieselerde enthält, um mit dem Eisenoxydul ein einfaches Silicat, also eine Rohfrischschlacke zu bilden. Der Heerd, sowie die Umfassungswände des Ofens treten immer soviel Kieselerde an das Eisenoxydul ab, dass daraus die Entstehung der Schlacke erklärbar wird. Bei Heerden, die eine Unterlage von Sand erhalten, nimmt die Schlacke noch mehr Kieselerde auf, als

*) Man versteht darunter nicht allein altes Eisen verschiedener Art, sondern auch die von den Rohschienen und andern Stäben abgeschnittenen Enden.

zur Bildung eines einfachen Silicats erforderlich ist. Nicht selten findet sich regelmässig krystallisirte Schlacke in den Puddlingsöfen, welche dann sehr genau die Zusammensetzung eines einfachen Silicates besitzt. Hr. Ebelmen hat eine solche Schlacke untersucht (*Ann. des Mines, 3. Sér. XIII. 671*), welche besteht aus:

Eisenoxydul	79	(15,7 Sauerstoff)
Kieselerde	30	(15,6 —)

also genau die Zusammensetzung des Olivins besass. Hr. Berthier fand in einer Puddlingsfrischschlacke von Dowlais:

Eisenoxydul	61,0
Kieselerde	36,8
Thonerde	1,5

In einer Schlacke von Firmy wurden gefunden:

Eisenoxydul	66,5
Kieselerde	32,2
Manganoxydul	0,9
Phosphorsäure	1,7.

Die Puddlingsfrischschlacke nähert sich also mehr oder weniger dem Zustande des einfachen Silicats.

Die Schlacken, von denen Hr. Karsten redet, sind bestimmt aus einem massiven Ofen gefallen, und es bleiben folglich noch die zu analysiren, die man in den Luftöfen, deren Umfassungsmauern mit Kalkstein oder mit Schlacken ausgesetzt sind, erhält. — Die von dem Hammer aus den Luppen ausgedrückten Schlacken sind natürlich weit reicher, als die, welche aus dem Ofen abgestochen werden.

Regeln, welche die Puddler bei dem Betriebe der Oefen beobachten müssen. — Einer der wesentlichsten und ersten Puncte, auf welche die Puddelofenarbeiter ihre Aufmerksamkeit zu richten haben, ist die gehörige Regulirung des Feuers. Der Rost muss stets rein, d. h., er muss von Eisenoxyd, welches durch die Einwirkung der Luft auf die Roststäbe entsteht und von Asche befreit werden. Diese Reinigung muss immer dann vorgenommen werden, wenn der Ofenheerd mit Eisen besetzt werden soll. Ferner müssen die Puddler aus der Erfahrung die Zeit kennen zu lernen suchen, innerhalb welcher sich die Steinkohlen unter gegebenen Umständen zu einer lebhaften Verbrennung vorbereiten, um jedesmal die erforderliche Temperatur hervorbringen zu können, indem durch ein schlecht gegebenes Feuer nicht allein viel Kohlen verloren gehen, sondern man auch dem zu erreichenden Zwecke schadet. Eins von den zur Erhöhung der Temperatur anzuwendenden Mitteln besteht darin, dass man mit einem Spiesse durch den Rost sticht; ist aber die gewöhnlich kleine Steinkohle nicht gehörig in Gluth und ist sie zusammengebacken, so darf man sie nicht auf dem Heerde umrühren, indem sie alsdann durch den Rost fallen und kleine Essen in dem Brennmaterial entstehen, welche einen Verlust desselben und Abkühlung des Ofens veranlassen würden.

Es muss stets eine hinreichende Brennmaterialschicht auf dem Roste vorhanden, sonst würde der Abgang sehr hoch seyn, und man würde ein schlechtes Eisen erlangen. Ist die Temperatur des Ofens zu stark, welches von einer Erweiterung des Fuchses herrührt, so wird es zweckmässiger seyn, statt das Brennmaterial niederbrennen zu lassen, die Stäbe die Rostes einander zu nähern und noch einige Stäbe einzulegen, um den Zug zu vermindern. Besser ist es, die Temperaturverminderung dadurch

zu bewirken, dass man Wasser auf das Eisen giesst, als die Anwendung einer schwachen Brennmaterialienschicht, obwohl die Anwendung des Wassers nur für den Augenblick wirksam ist.

Zuweilen wird das Innere des Ofens mit Lehm ausgebessert, wobei sich jedoch die Puddler sehr hüten müssen, den Fuchsdamm zu erhöhen und dadurch den Durchschnitt des letztern zu verändern, indem derselbe eine so wichtige Rolle bei dem Betriebe des Ofens spielt, da dessen zweckmässige Dimensionen durch eine lange Reihe von Beobachtungen bestimmt werden mussten.

Die Bekleidungen der Luftplatten müssen sehr sorgfältig unterhalten werden, damit sie nicht verbrennen, weil man sonst den Ofen ausser Betrieb setzen müsste. Dies hat immer das Nachtheilige, dass man den Ofen wenigstens 24 Stunden lang nicht benutzen kann, dass man das zum Anfeuern erforderliche Brennmaterial, welches sich auf 1000 Kilogramm beläuft, verliert, und dass die ersten 3 bis 4 Processe nach dem Wiederanfeuern sich nicht so vortheilhaft, als die verhalten, wenn der Ofen im vollen Betriebe begriffen ist.

Eine fernere Hauptaufmerksamkeit des Puddlers muss darin bestehen, das Eisen, sobald es teigig geworden ist, recht stark und fortwährend umzurühren, indem sonst ein schlechtes Product, ein nur halb gefrischtes Eisen und ein stärkerer Abgang erfolgt. Das teigige Eisen wird nämlich nicht mehr von der Schlacke bedeckt, und der Abgang wird um so bedeutender seyn, jemehr schlecht gefrischte Theile es enthält, welche die Luft mehr angreift, als die schon gareren; es ist daher sehr nöthig, das weiche Metall umzurühren, um es in vielfache Berührung mit der Schlacke zu bringen.

Das Luppenmachen darf auch nicht zu früh begonnen werden, indem man sonst schlechtes Eisen erhält. Der Arbeiter muss dabei das Eisen stets schichtweis von der Oberfläche wegnehmen, indem dann die nächstfolgende Schicht, die noch nicht so gar ist, durch Einwirkung der Luft ihrerseits dann auch garen kann, indem das Eisen unten stets noch nicht so gut gefrischt ist, als an der Oberfläche.

Vor dem Beginnen eines neuen Frischens müssen die überflüssigen Schlacken durch den Abstich unter der Thürschwelle abgelassen und es muss der Ofenheerd gehörig gereinigt werden, indem sonst ein schlechtes Product erfolgt, mehr Kohlen verbrannt werden und ein grösserer Abgang stattfindet. Durch einen recht ebenen Heerd wird das Puddeln sehr erleichtert, indem auf demselben Brechstange und Krücke weit leichter fortgleiten, als auf einem unebenen.

Sehr nachtheilig ist es, die Schlacken nicht durch den Abstich unter den Thürschwellen abzustechen, sondern sie mit der Schaufel über den Fuchsdamm hinauszuwerfen, indem dadurch das Mauerwerk angegriffen und sehr bald gänzlich zerstört wird. Bei den Schweissöfen ist das Fortschaffen der Schlacken auf diese Weise schon aus dem Grunde bei Weitem weniger vortheilhaft, weil die Schweissöfenschlacken bei Weitem weniger fressend sind, und die ganze Einrichtung des Ofens auch von der Art ist, dass die zerstörten Mauern am Fuchse leichter wiederhergestellt werden können.

Puddelprocess mit Holz.

Mit Holz gefeuerte Puddelöfen sind neuerlich mit grossem Vortheile auf dem k. österreichischen Hüttenwerke zu Neuberg in Steiermark, sowie auch auf mehrern andern österreichischen Hütten, angewendet worden. Das angewendete Holz ist hauptsächlich

das der Weiss- und Rothtanne, welches, wie bereits weiter oben bemerkt wurde, entweder an der Luft, oder in Oefen getrocknet wird. Durch das Trocknen im Ofen hat das Holz eine röthliche Farbe angenommen und sein Volum um etwa 10 Procent vermindert. Mit dem Holze verbrennt man auch schlechte Braunkohlen auf dem Roste.

Das Arbeiterpersonal eines einfachen Ofens besteht aus 6 Mann, von denen je drei abwechselnd in 12stündigen Schichten arbeiten; zu einem Doppelofen sind nur 10 Mann erforderlich, indem für jede Schicht 1 Heitzer hinreicht. (Figur 12 — 20, Taf. 43.)

Betrieb der Puddelöfen. — In den Oefen mit einfacher Sohle verbrennt man an der freien Luft und im Ofen getrocknetes Holz, und zwar von letzterem $\frac{2}{3}$ oder $\frac{1}{3}$ des Volums, je nachdem ersteres mehr oder weniger feucht ist. Die stets auf dem Heerde liegende Schicht muss 12 bis 14 Zoll stark seyn, und es muss die Verbrennung sehr schnell erfolgen, wesshalb der Heitzer fortwährend Holz auf den Rost zu werfen hat. Da der Rost sehr weit ist, so fällt viel halbverbranntes Holz in das Aschenloch, welches daselbst vollständig verbrennt. Vor dem Aschenloche befindet sich eine blecherne Thür, welche, ohne dem Zuge zu schaden, die strahlende Wärme der durch den Rost gefallenen Brände zurückhält und den unnützen Verlust verhindert. Man kann jedoch auch bloss mit lufttrocknem Holze feuern. — Vor dem Anfange des Wochenbetriebes, und ehe Roheisen auf den Heerd gesetzt wird, muss der Ofen erst 3 bis 4 Stunden lang angefeuert werden.

Das zu verfrischende Roheisen ist bei Holzkohlen erblasen. und man wendet sowohl graues, als weisses, luckiges (poröses), oder spiegeliges Roheisen an, und nach der Art des eingesetzten Roheisens ist die Dauer eines Frischprocesses sehr verschieden. Mit grauem Roheisen macht man 5 und nur in seltenen Fällen 6 Frischen in der Schicht, mit den verschiedenen Arten des weissen dagegen 6 bis 8. Man setzt gewöhnlich 4 Centner Roheisen auf einmal ein, welches man vorher $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Stunden lang in dem kleinen Vorwärmofen bis zur Rothgluth bringt.

Das Betriebsverfahren ist fast ganz dasselbe, wie das bei den mit Steinkohlen gefeuerten Oefen. Zuerst wird Garschlacke und Hammerschlag auf die Sohle gebracht und dann das Roheisen eingesetzt; dann wird der Ofen luftdicht verschlossen und vor die kleine Arbeitsthür ein Stückchen Holz gelegt, um das Eindringen von unzersetzter Luft zu verhindern. Man feuert alsdann sehr stark und giebt der Esse so lange viel Zug, bis dass das Roheisen mit der Brechstange gebrochen werden kann, worauf man ihn vermindert. Dann findet das Kochen statt.

Ein einfacher Ofen liefert in 24 Stunden 40 bis 44 Centner Eisen, bei einem durchschnittlichen Holzaufwande von 400 bis höchstens 480 Cubikfuss.

In den Oefen mit doppeltem Heerde verbrennt man nur im Ofen getrocknetes Holz, welches eine grössere Hitzentwickelung giebt. Man setzt auf jeden der beiden Heerde dasselbe Roheisen-Quantum auf, wie bei den einfachen, und der Betrieb ist ganz derselbe. Da die Arbeit auf dem, dem Roste am Nächsten liegenden Heerde, wegen der dort herrschenden höhern Temperatur, rascher gehen muss, es aber wesentlich ist, dass die Processe auf beiden Heerden nebeneinander fortschreiten: so richtet sich der Puddler auf dem ersten Heerde gewöhnlich nach dem auf dem zweiten. Aus diesem Grunde dauert ein Process etwas länger, als in einem einfachen Ofen.

Ein Ofen mit Doppelheerd producirt in 24 Stunden 80—90 Centner Eisen, mit einem Holzverbrauche von durchschnittlich 650 rhein. Cubikfussen.

Obgleich die in den mit Holz gefeuerten Puddelöfen entwickelte Hitze mehr als hinreichend zum Puddelprocess ist, so ist sie dennoch geringer, als in den mit Steinkohlen gefeuerten Oefen. Wenn nämlich eine weissglühende Luppe unter den Zänghammer gebracht wird, so geht sie sehr bald in's Kirschrothe über, welches bei den Luppen aus den Steinkohlen-Puddelöfen nicht der Fall ist.

Auf der Hütte zu Unterlind im bayerschen Fichtelgebirge werden in 2 mit nur lufttrocknem Holze betriebenen Puddelöfen 100 Kil. Rohschienen aus 112 Kil. Roheisen mit etwa 48 Cubikfuss Holz, also mit einem bei Weitem grössern Aufwande, producirt.

Puddelprocess mit Torf.

Auf der Hütte Itzelberg bei Königsbronn im Würtembergischen wird in Oefen, die in den Figuren 21 und 22 dargestellt worden sind, mit Torf gepuddelt. Man behandelt bei einem Processe etwa 4 Centner Weisseisen, und es dauert derselbe 2 Stunden, und bei'm Verpuddeln von grauem Roheisen 2½ Stunde. Man producirt wöchentlich etwa 180 Centner Frischeisen, und zu 100 Kil. Frischeisen sind 111 Kil. Roheisen erforderlich, mit einem Aufwande von 150 Kil. dichtem und getrocknetem Torf. Das Arbeiterpersonal ist dasselbe, wie bei den Steinkohlen-Puddelöfen, nur ist der Heitzer mehr beschäftigt, weil er fortwährend Torfstücke in die Oefen werfen muss.

Auch zu Weyerhammer in Bayern wird mit Torf gepuddelt. Der in der Nähe gewonnene Torf wird in der guten Jahreszeit lufttrocken gemacht, dann in's Magazin gebracht und dort ein Jahr lang vor dem Gebrauche aufbewahrt; er ist sehr gut, dicht und schwer und enthält nur 3½ bis 5 Procent Asche. Die beiden zu Weyerhammer befindlichen Puddelöfen haben fast dieselbe Einrichtung, wie die zu Königsbronn und bieten nichts Eigenthümliches dar. Soll ein Ofen in Betrieb gesetzt werden, so wird er erst 7 Stunden lang gefeuert, worauf man 270 bis 280 Pfd. graues Roheisen einsetzt, die nach 3 Stunden in Frischeisen verwandelt worden sind. Zu 100 Pfund von demselben sind gewöhnlich 113 Pfund Roheisen mit einem Aufwande von 18 bis 20 Cubikfuss Torf erforderlich.

Zu Ichoux, im französischen Landes-Departement, wird schon seit Jahren mit Torf gepuddelt. Die Oefen weichen wenig von den Königsbronner ab, jedoch haben sie eine niedrigere Brücke, sind kleiner, aber höher. Aus diesem Grunde ist daher der Brennmaterialverbrauch sehr bedeutend, indem man zu 1000 Kil. Frischeisen 2000 bis 2200 Kil. Torf und 300 bis 400 Kil. Holz verbraucht.

Puddelprocess mit Gasen.

Seitdem man weiss, dass man durch Verbrennung der Hohofen- oder der aus festem Brennstoffe entwickelten Gase, mit einem Gemenge von erhitzter Luft, eine eben so hohe Temperatur entwickeln kann, als die durch unmittelbare Verbrennung der Steinkohle hervorgebrachte, hat man auch die Möglichkeit begriffen, diese Gase zum Puddel- und zum Schweissprocesse anzuwenden. Die ganze Frage besteht demnach darin, einen Apparat zu construiren, der allen Bedingungen, welche die Art und Weise der Verbrennung der Gase erfordert, entspricht, ohne dass die Art und Weise des gewöhnlichen Puddelofen-Betriebes verändert werde.

In **Deutschland gemachte Versuche.** — Bekanntlich wurden die ersten Versuche zur Benutzung der Hohofengase in Weiss-, Puddel- und Schweissöfen durch den Herrn Bergrath **Faber du Faur** zu Wasseralfingen im Würtembergischen gemacht. Diese mit grosser Beharrlichkeit verfolgten Versuche sind die Quelle von vielen andern, seitdem gemachten, geworden, wodurch der grosse Werth der Gase als Brennstoffe hinlänglich bewiesen worden ist.

Der in Wasseralfingen angewendete Ofen (Taf. 41, Fig. 11—16), der auch auf vielen andern Hütten in Deutschland und Frankreich eingeführt worden ist, hat, wie die Schlacken-Puddelöfen, eine gusseiserne Heerdsohle. Statt des Rostes hat er einen Raum, in welchem sich die mit der Luft vermischten Gase entzünden; diese atmosphärische Luft wird in einem gusseisernen Kasten erhitzt, der an dem hintern Theile des Ofens angebracht worden ist. Sie wird durch ein Gebläse mittelst Düsen dem Raume zugeführt, in welchen auch die gekohlten Gase einströmen. Wir kennen weder den Druck, noch den Wärmegrad dieser Gebläseluft genau, allein aus der geringen Heizoberfläche des Lufterhitzungs-Apparats, dürfen wir annehmen, dass die Temperatur nicht bedeutend sey, so dass sie zur allgemeinen Temperaturerhöhung des Ofens nicht viel beitragen kann.

Betrieb des Gaspuddelofens zu Wasseralfingen. Um einen neu erbauten Gasofen in Betrieb zu setzen, öffnet man den Gas- und den Windhahn ein Wenig, entzündet das Gas mittelst eines durch die Arbeitsthür in den Ofen gehaltenen Brandes und unterhält 12 Stunden lang eine schwache Flamme. Darauf öffnet man die Hähne etwas mehr und verstärkt die Flamme nach und nach, bis dass der Ofen eine lebhafte Rothglühhitze erlangt hat. Nichts ist leichter bei einem Gasofen, als die Temperaturgrade in den verschiedenen Perioden des Processes zu verändern, wie diess in den gewöhnlichen Puddelöfen der Fall ist, indem es zu dem Ende hinreichend seyn würde, die Register zu öffnen und zu verschliessen. Herr **Faber du Faur** verfährt aber nicht so; er räth, während des ganzen Verlaufs von dem Frischen den höchsten Hitzgrad anzuwenden. Das Einströmen der Luft muss so regulirt werden, dass stets ein Ueberschuss von Gas in dem Ofen ist, indem sonst die Flamme oxydirend einwirken und zuviel Abgang veranlassen würde. Die durch die Esse entweichende Flamme giebt an, ob die Luftmenge die zweckmässige sey. Eine gleiche Vorsicht muss bei allen Gasöfen, seyen es nun Weiss-, Puddel- oder Schweissöfen, angewendet werden, sobald das Eisen nicht oxydirt werden soll, wie es zuweilen bei einem schlechten Roheisen geschehen muss.

Nachdem nun die Roh- und Feineisenstücke $\frac{1}{2}$ oder eine Stunde lang in dem in der Esse befindlichen Glühofen angewärmt worden sind, bringt man sie in den Puddelofen; die Feineisenstücke sind 10—12 Zoll im Quadrat gross. Man stellt sie von der Feuerbrücke bis zum Fuchs an die Hinterwand des Ofens aufrecht und breitet alsdann den bei'm Zängen der vorhergehenden Luppen erhaltenen Schwahl auf der Heerdsohle, besonders in der Nähe der Arbeitsthür, aus, worauf man diese letztere möglichst luftdicht verschliesst. Nachdem die Stücke nach etwa $\frac{3}{4}$ Stunden weissglühend geworden sind, wendet man sie um und giebt ihnen eine solche Lage, dass die minder heissen der heftigsten Wärmeeinwirkung ausgesetzt sind. Diese, den Umständen nach, ein- oder zweimal wiederholte Operation hat den Zweck, allen Theilen der Masse einen gleichen Wärmegrad zu ertheilen. Man sucht alsdann das Eisen mittelst der Brechstange zu zertheilen, indem man auch dahin sieht, dass kein Theil desselben an dem Heerde,

oder an den Wänden hängen bleibe. Es wird nun das Eisen flüssig, die Schlacken steigen in die Höhe, und man muss aus allen Kräften arbeiten, um das Ganze gehörig miteinander zu vermengen. Nach Verlauf von einigen Minuten beginnt das Eisen fest zu werden und sich in Krümeln auf die Oberfläche des Schlackenbades zu erheben, welches man gründen nennt. Es muss nun das Eisen so rasch, als möglich, durchgearbeitet und in kleine Stücke zertheilt werden, indem es auf diese Weise am Schnellsten und Besten gart. Zu dem Ende stösst der Puddler das Eisen fortwährend von der Brücke zum Fuchs und umgekehrt, so dass stets die Hälfte der Heerdsohle entblösst ist, und dass sie vor der Aufnahme des Metalles gehörig erhitzt werden kann. Hat das Eisen die gehörige Gare erreicht, so werden 6 bis 8 Luppen daraus gebildet.

Die Puddelarbeit im Gasofen ist weit leichter, als jede andere Art dieses Processes. Damit aber die Puddler bei dem Arbeiten auf dem Heerde nicht gehindert werden, muss man auf die aus dem Schauloche herausschlagende Flamme, mittelst einer kleinen Düse, einen Windstrom richten, so dass die Flamme in den Ofen zurücktritt, oder wenigstens zur Seite getrieben werde.

Ist irgend ein Theil des Heerdes vor dem Eintragen des Eisens geschmolzen, so wirft man kalte Schlacken auf denselben, welches sonst nur nach dem Einsetzen des Roheisens geschieht. — Die gänzliche Erneuerung der Schlackensohle, die den Umständen nach alle 2 bis 4 Monate erforderlich werden kann, wird auf folgende Weise bewerkstelligt. Man bricht den alten Heerd vollständig heraus, feuert alsdann den Ofen bis zur Weissgluth, bringt dann eine $\frac{1}{2}$ Zoll starke Schicht von gepochten und gereinigten Frischschlacken auf den Heerd und steigert die Temperatur, bis dass dieselben vollständig geschmolzen sind. Alsdann bringt man eine zweite Schicht von Schlacken auf die flüssigen, lässt sie aber nicht ganz so flüssig werden, und endlich eine dritte Schicht, welche, nachdem sie geschmolzen sind, einen dicken Teig bilden, worauf man den Heerd mit der Schaufel ebnet und den Ofen kalt werden lässt.

Um die möglichste Schonung dieser Kalksohle zu bewerkstelligen, muss man dahin sehen, dass die gusseiserne Heerdplatte, auf der sie hergerichtet ist, nie rothglühend werde. Ist diess dennoch der Fall, so muss man unter die Heerdplatte ein mit Wasser angefülltes Gefäss stellen, indem durch die Verdampfung des Wassers die Heerdplatte abgekühlt wird.

Die Ladung eines Ofens besteht gewöhnlich aus 300 Pfd. Feineisen, sowie aus 50 Pfd. halbirtem Roheisen. Die Dauer eines Processes beträgt etwa 2 Stunden. Der Abgang beläuft sich höchstens auf 2 Procent. Die wöchentliche Production eines Ofens beträgt 200 bis 240 Centner Luppen. — Die Temperatur solch' eines mit Hohofengasen gefeuerten Puddelofens beträgt etwa 2700° C. — Das Arbeiterpersonal bei einem Ofen besteht aus 1 Meister, 3 Gehülfen und 3 Tagelöhnern.

Puddelofen, der mit aus Torf entwickelten Gasen gefeuert wird. — Herr Hüttenmeister Bischof, jetzt zu Mägdesprung am Harz, hat zu Lauchhammer in der preuss. Lausitz, auf dem königl. Eisenwerke bei Neustadt-Eberswalde, unweit Berlin, und neuerlich auf der herzogl. Anhaltschen Hütte zu Mägdesprung sehr gelungene Versuche mit dem Puddelofenbetriebe durch aus Torf erzeugte Gase angestellt. Der Gasgenerator und der zu Neustadt angewendete Puddelofen sind in den Figuren 1—7, Taf. 43, abgebildet. Die Erzeugung der Gase lernten wir auch bereits kennen.

Die Flamme erzeugter Gase. — Die Flamme des aus rohen Brennmaterialien erzeugten Gases unterscheidet sich von der Hohofengasflamme darin, dass sie eine ungleich höhere Hitze entwickelt und frei von Kieselstaub etc. ist. Sie sind viel brennbarer, indem sie, ausser dem Kohlenoxydgase, noch etwa 15 Procent Kohlenwasserstoffgas enthalten, während die Hohofengase davon nur etwa 2 bis 3 Procent, und zwar nur als Grubengas, führen. Dieses Kohlenwasserstoffgehaltes wegen, verlangt das erzeugte Gas bei der Verbrennung mehr Luft und, damit die chemische Verbindung mit dem Sauerstoff vollendet sey, ehe die Flamme auf den Heerd des Puddelofens gelangt, eine grössere Erhitzung und eine etwas längere Feuerbrücke. Nichterfüllung dieser Bedingungen giebt leicht Veranlassung zu einem rohen Producte, der grosse Gehalt an brennbaren Gasen, namentlich an Kohlenwasserstoffgas, verleiht dieser Flamme, jenachdem man Gas- oder Luftüberschuss anwendet, ganz besonders die Eigenschaft zu reduciren oder zu oxydiren. Wollte man bei Hohofengasen einen oder den andern Ueberschuss anwenden, so würde die sofortige Abkühlung zu gross seyn; denn die Hitzentwickelung bei dem Verbrennen des Kohlenoxydgases ist an und für sich nicht gross, die Menge der unverbrennbaren Gase aber, die mit erhitzt werden muss, ziemlich bedeutend.

Das sehr unvollständige und auch unregelmässige Verbrennen, der oft wechselnde Ueberschuss von Sauer- und Kohlenwasserstoff, welches letztere häufig erst bei'm Ausgange aus der Esse verbrennt, oder wenigstens bei geringem Luftzutritte Kohlenstoff absetzt, unterscheidet übrigens die, auch durch Flugstaub (bei Torf mit Gehalt an phosphor- und schwefelsauren Salzen) getrübte Flamme gewöhnlicher Feuerungen von der Flamme aus erzeugten Gasen.

Die weissglühende Kohlensäure der Gasflamme hat die unschätzbare Eigenschaft, unter Bildung von Kohlenoxydgas vorzugsweise die Beimengungen des Roheisens zu oxydiren. Es geschieht diess nicht so energisch, als durch freien Sauerstoff und Zuschläge, jedoch unter Vermeidung des Verlustes zur Erzeugung des besten Stabeisens sehr sicher. Ein Ueberschuss von freiem Sauerstoff in der Flamme oxydirt auch viel Eisen, es entsteht Verschlackung, Verlust und bei zu rascher Einwirkung ein schlechtes Product. Ein Ueberschuss an Gas hingegen hält das Frischen auf und dürfte sogar auf die garenden Zuschläge reducirend wirken. Es ist demnach nothwendig, den Ueberschuss an Gas zu vermeiden.

Es muss ferner, wenn fehlerhaftes Roheisen gutes Stabeisen liefern soll, jedes kleinste Eisentheilchen lange Zeit wechselsweise mit Flamme und Schlacke in Berührung kommen. Erstere scheidet aus, letztere nimmt das Ausgeschiedene auf und befördert die Ausscheidung. Sehr fleissige Arbeit und Verhinderung des zu baldigen Zusammengehens der Eisentheile zu den Luppen ist desshalb unerlässlich nöthig.

Ferner muss die Schlacke so beschaffen seyn, dass sie die abgeschiedenen Bestandtheile des Eisens begierig aufnimmt und mit ihnen Luppenschlacke bilden kann, muss also bei Roheisen einigen Ueberschuss an Basen, wie Eisenoxydul, Kalk etc., enthalten.

Feineisen bedarf zwar weniger Zuschläge und Zeit, jedoch geht das directe Verpuddeln des Roheisens bei der Gasflamme recht gut. — Phosphor- und Silicium haltendes Roheisen verträgt etwas Kalkpulver, und Schwefel- (und Kupfer-) haltendes scheint einen etwas trocknen Gang zu bedürfen, wobei die herausschlagende Gasflamme oft eigenthümlich gefärbt ist.

Es muss eine gehörige Menge von Schlacke vorhanden seyn, um die Zertheilung des Eisens zu befördern.

Endlich darf die Schlacke selbst nur wenige, bereits abgeschiedene, nachtheilige Bestandtheile enthalten, wesshalb Herausnahme einiger Rohschlacke nach dem Einschmelzen nöthig, und, wenn man sehr unreines Roheisen verarbeitet, es nicht gut ist, sämmtliche Luppenschlacke, die bei dem Zängen abfällt, wieder mit zu verwenden.

Wir wenden uns nun zu der Puddelarbeit mit der Gasflamme selbst. Zuvörderst wirft man den grössten Theil der gefallenen Luppenschlacke, etwa drei Schaufeln voll Garschlacke, oder die bei'm Zängen und Ausschmieden oder Walzen gewonnenen Abfälle von Schlacke und Hammerschlag nebst $\frac{1}{4}$ Schaufel Kalkpulver in den Heerd und setzt $3\frac{1}{2}$ Centner von Sand befreites und im Wärmofen angewärmtes Roheisen darauf, wozu etwa $\frac{1}{4}$ Stunde erforderlich ist.

Es folgt nun das Einschmelzen, welches eine halbe Stunde dauert. Man hat dabei dahin zu sehen, dass durch Vermeidung des Vermengens des Eisens mit der Garschlacke, durch Wegnahme der obern weich- und weissgewordenen Theile und durch Auflockerung mit der Brechstange, das Roheinschmelzen erreicht werde, bis das letzte Stück Eisen von der Flamme weich geworden und der Heerd ganz glatt ist, was durch ein strichweises Aufbrechen und Reinigen mit der Brechstange erlangt wird.

Wenige Minuten hiernach ist Alles flüssig, und es beginnt bald darauf, bei sehr fleissigem Umrühren, die Rohschlacken-Absonderung, wozu ebenfalls etwa eine halbe Stunde erforderlich ist. Es wird nämlich mit dem starken Rührhaken ununterbrochen und strichweise, hinter und zurück, links und rechts umgerührt. Die bald auf dem Eisen schwimmende, sehr flüssige Rohschlacke fliesst, durch die Bewegung des Rührhakens geleitet, vorn heraus, indem die ganze Rohschlacke etwas in die Höhe steigt. Wird man die Rohschlacke auf diese Weise nicht los, so muss man das Gezähe öfters wechseln; der Heerd ist in diesem Falle zu tief, und man kann mehr auf einmal verpuddeln. Das Rühren muss ununterbrochen so lange fortgesetzt werden, bis sich weisse Haarspitzchen über die Schlacke erheben, und die Masse sich wiederum etwas gesetzt hat.

Es kommt nun das etwa eine halbe Stunde dauernde Garen. Dabei wird die ganze Masse mit einer breiten Schaufel strichweise vom Heerde gehoben, umgewendet und ein Paar Mal links und rechts geschoben, bis die Masse teigig ist und langsam breitfliessende Berge bildet. — Dann muss der Heerd mit der Brechstange theilweise entblösst und die entblösste Stelle des Heerdes, die sich hierbei erhitzt, 6 bis 10 Mal links und rechts, hin- und hergezogen werden. Es wird dabei das Eisen mit der Brechstange zertheilt, aufgehoben, gewendet und dahin geworfen, woher man mit dem Gezähe kommt. Auch ist die flüssige Schlacke öfters über das Eisen zu spritzen.

Es darf durchaus kein Eisenklumpen entstehen; ist solcher bei Ungeschicklichkeit des Arbeiters entstanden, so muss derselbe erst der höchsten Hitze an der Feuerbrücke ausgesetzt und dann mit Gewalt zertheilt werden. Sind alle kleinsten Theilchen weich und weiss, haben dieselben das Bestreben, leicht zusammen zu haften, steht die flüssige Schlacke im entblössten Heerde weiss und ohne Bläschen, ist endlich der Heerd ganz glatt und sind die Wände rein, so schreitet man

zum Luppenmachen, wozu eine Viertelstunde erforderlich ist. Die Luppen werden mit der Brechstange und dem Haken zusammengeballt, gedrückt und an der Hinterwand ringsum gestossen. Das Eisen schweisst auf diese Weise in der Hitze

sicherer zusammen, verliert Schlacken und selbst noch etwaige rohe Theile, die jedoch bei guter Arbeit nicht vorkommen dürfen.

Vollständiges Reinigen des Ofens von Garbrocken und Anschweissen derselben an die Luppen gehört mit zu dieser Arbeit. Kalt gewordene Stücke setzt man der Flamme aus. Die hitzigste Luppe kommt zuerst zum Zängen. Sämmtliche Schlacke bleibt im Heerde. Der ganze Puddelprocess nimmt daher 2 Stunden in Anspruch.

Zu Neustadt wurden in 24 Stunden 36 Centner Roheisen verpuddelt, und es waren zu jedem Centner etwa 100 Stück Torf erforderlich.

Puddelofenbetrieb mit Gasen zu St. Stephan in Steiermark. — Die Gase wurden in Generatoren mit Gebläsen aus Braunkohlenklein entwickelt. Diese Braunkohle ist jedoch sehr steinkohlenartig. Der Heerd des Puddelofens ist $4\frac{1}{2}$ Fuss lang, 4 Fuss breit, steht in der Mitte vom Gewölbe 20 Zoll ab; der Fuchs zieht sich mit einem Fallen von 10° in den Winderhitzungs-Apparat. Der Generator erhielt in der Minute 50 bis 70 Cubikfuss, und der Puddelofen 260 bis 300 Cubikfuss Gebläsewind; der letztere ist erhitzt. Es werden stündlich 200 bis 250 Pfund Braunkohlenlösche in dem Generator verwendet.

Puddelofenbetrieb mit Stein- und Braunkohlengasen zu Eisfeld in Thüringen. — (Fig. 8—11, Taf. 43). Das Roheisen wird in dem Vorwärmofen hellrothglühend gemacht, mit garenden Zuschlägen (Walzensinter und Quetschwerkschlacke) auf den Heerd gebracht und eingeschmolzen. Ein vollständiges Einschmelzen ist vorzuziehen, indem die ausgeschiedenen, das Eisen verunreinigenden und verschlechternden Beimengungen auf diese Weise von der Schlacke leichter aufgenommen werden. Man überlässt die flüssige Eisen- und Zuschlagmasse sich selbst und hat nur ein Ansetzen von Eisenmassen auf den Boden zu verhüten.

Durch Einwirkung der garenden Zuschläge hebt sich das Eisen bald und kommt zum Kochen, wobei sich die ganze Masse sehr aufbläht. Nun beginnt die Rührarbeit mit der Krücke, wobei viel Schlacke durch die Arbeitsöffnung abfliesst. Gruppiren sich blendend weisse, kleine Partien des entkohlten Eisens, und hat sich die Schlacke gesetzt, so wird sie abgelassen. Das weitere Frischen geschieht durch die Gase selbst, die anfangs schwach oxydirend seyn und nach und nach neutral werden müssen. Bei'm Luppenformen wird der Kern aus dem vollkommen garen Eisen gemacht und durch Walzen auf dem Heerde bis zur gehörigen Grösse gebildet.

In Frankreich angestellte Versuche mit dem Gaspuddeln. — In Frankreich machten die Herren von Dietrich zu Niederbrunn im Elsass die ersten Versuche, um die Hohofengase aufzufangen, sie mittelst eines Ventilators anzusaugen und in einem Puddelofen in zweckmässigem Gemenge mit atmosphärischer Luft zu verbrennen. Andere Versuche wurden in der Hütte zu Hayange, im Mosel-Departement, angestellt.

Einen sehr zweckmässigen Gaspuddelofen richteten die Herren Thomas und Laurens in der Hütte zu Treveray, im Maas-Departement, ein (Taf. 42). Der Rost wurde durch einen Verbrennungsapparat ersetzt. Derselbe besteht aus einem doppelten gusseisernen Kasten, von denen der eine die Hohofengase aufnimmt und der andere die erhitzte Luft, welche von dem Gebläse unter einem Drucke von 0,02 bis 0,04 Meter Quecksilber eingeführt wird. Der obere Kasten ist mit 52 kreisrunden Düsen von 0,05 Meter Durchmesser versehen, durch welche das Gas ausströmt. Die in einem grossen Apparat am Ende des Ofens bis zu etwa 400° C. erhitzte Gebläse-

luft strömt durch eiserne Düsen aus, die concentrisch in den erstern liegen und einen Durchmesser von 0,015 bis 0,020 Meter haben. Die Gase werden auf diese Weise angesogen und genau mit der Luft vermischt, so dass sie eine hinlänglich hohe Temperatur hervorzubringen im Stande sind. Ist die Ansaugung des Gases nicht hinreichend, so hat man an der Gasleitung einen kleinen Ventilator angebracht, welcher ein hinlänglich schnelles Ausströmen bewirkt.

An der Gestalt des Heerdes oder des Gewölbes von dem Puddelofen, der einer von denen in der Champagne gebräuchlichen ist, hat man nichts geändert, und auch die beiden gebräuchlichen Arbeitsthüren dieser Oefen beibehalten; allein da die zur Verbrennung der Gase angewendete Luftmenge fast gänzlich verbrannt worden ist und nicht mehr zur Oxydation der Kohle und der fremdartigen Stoffe im Roheisen benutzt werden kann, so hat man an der Thürseite drei flache Düsen von etwa 0,08 Meter Breite angebracht, welche auf das flüssige Roheisen einen Luftstrom von 0,04 Meter Pressung und von einer Temperatur von 400° strömen lassen. — Es ist diess unerlässlich zur Sicherung des Processes, ohne der Verbrennung der Gase in einer hohen Temperatur nachtheilig zu seyn.

Der auf dem Puddelofen folgende kleine Glühofen zum Vorwärmen der Roheisenstücke ist beibehalten, aber bedeutend vergrössert worden, indem in demselben der Lufterhitzungs-Apparat angebracht worden ist. Derselbe hat eine Heitzoberfläche von 13—14 Quadratmeter; die ihn durchströmende Luftmenge, welche theils zur Verbrennung der Gase angewendet und theils auf den Heerd des Ofens geführt wird, beträgt etwa 16 Cubikmeter in der Minute, und daher fast ebensoviel, als die zu gleicher Zeit in den Holzkohlen-Hohofen geführte, dessen Gase man auffängt.

Dieser Hohofen producirt täglich:

3000 Kil. Roheisen und verbraucht 3000 bis 3200 Kil. Holzkohlen;
d. h., im Durchschnitt 130 Kil. in der Stunde.

Production und Materialverbrauch. — Die von dem Hohofen kommenden Gase sind hinreichend zur Speisung des Puddelofens, in welchem man täglich 3200 bis 3500 Kil. Roheisen verarbeitet, also mehr, wie der Hohofen selbst, producirt.

Vor Benutzung der Gase verbrannte man ohngefähr 600 Kil. Steinkohle auf die Tonne Roheisen, nämlich 1900 Kil. in 24 Stunden oder 80 Kil. in 1 Stunde; so dass die von 100 Kil. herrührenden Gase die von 80 Kil. Steinkohle hervorgebrachten ersetzten. Diess ist ein Resultat, welches weit höher steht, als man es von der Anwendung der Gase zu einer so undankbaren Feuerung, als die der Flammöfen ist, erwarten konnte.

Der Abgang hat sich unter dem Einflusse der oxydirenden Luftströme, die man in den Ofen gelangen liess, durchaus nicht vergrössert, sondern dem Anscheine nach merklich vermindert. Man verbraucht bei dem neuen Verfahren nur 1050 Kil. Roheisen zu 1000 Kil. Frischeisen, statt dass man sonst 1100 bis 1150 Kil. dazu gebrauchte.

Wir sind durchaus nicht der Meinung, dass man in diesen Oefen einen geringern Abgang habe, als bei dem alten Verfahren, wenn es gehörig ausgeführt wird, denn man hat durchaus keinen Grund zu einer solchen Annahme. Die zu Treveray erlangten Resultate erklären sich sehr einfach; der Betrieb ist durchaus noch nicht regelmässig, und die Schwierigkeit, welche es hat, die das Roheisen entkohlenden Luftströme gehörig zu reguliren, nöthigen die Arbeiter, viel Schlacken und Hammerschlag anzuwenden, um den Zweck zu erreichen. Das in diesen Zuschlägen enthaltene Eisen

kommt zu dem im Roheisen enthaltenen, so dass man daher im Stande ist, 1000 Kil. Frischeisen mit nur 1050 Kil. Roheisen, oder mit noch weniger, darzustellen. Der geringe Abgang ist daher vollkommen erklärbar.

Die Beschaffenheit des Eisens ist bis jetzt sehr verschiedenartig gewesen; man producirt sehr gutes, aber auch anderes, was gar keinen Vergleich damit auszuhalten vermag. Es ist diese Erscheinung lediglich eine Folge des unregelmässigen Betriebes, der von den Veränderungen herrührt, welche die Beschaffenheit und das Volum der von dem Hohofen entwickelten Gase so häufig erleiden. Wahrscheinlich wird eine längere Praxis des Puddelprocesses mit Gasen eine Vervollkommnung des Apparats veranlassen, und es werden die Ursachen entfernt werden können, durch welche bis jetzt stets nur ein ungleiches Product aus den Gaspuddelöfen, namentlich den mit Hohofengasen betriebenen, zu erreichen war.

Jedenfalls wird der neue Puddelprocess einen günstigen Einfluss auf den Brennmaterial-Verbrauch bei dem Eisenhüttenbetriebe ausüben, jedoch weniger die Benutzung der Hohofengase, welche im Allgemeinen keine genügende Resultate gegeben haben, als derjenigen Gase, die aus Brennmaterialien erzeugt worden sind, deren Brauchbarkeit im gewöhnlichen festen Zustande nur gering ist, oder die man auch gar nicht gebrauchen kann.

Benutzung der Gase im Allgemeinen. — Wir wollen noch einmal kurz die Vortheile, welche die Benutzung von Gasen bei dem Eisenhüttenbetriebe haben, wiederholen, da die Sache von so unendlich grosser Wichtigkeit ist. Bekanntlich kann man in gewöhnlichen Heerden den Rauch nur sehr schwierig oder gar nicht vollständig verbrennen, so dass man einen sehr grossen Theil von der Wärme, welche der Brennstoff zu entwickeln vermag, verlieren muss; dagegen lässt sich die Verbrennung der Gase mit grosser Leichtigkeit in den Apparaten bewerkstelligen, die man diesem Zwecke gewidmet hat. Aus der Näherung dieser beiden Thatsachen ist die Idee hervorgegangen, die festen Brennmaterialien in Gase zu verwandeln, um sie zu allen Arten von Flammfeuerung zu benutzen. Wir haben die in dieser Beziehung angestellten glücklichen Versuche kennen gelernt; sie werden von sehr vielen Seiten fortgesetzt, und es lässt sich gar nicht bezweifeln, dass dem Betriebe mit Gasen noch grosse Verbesserungen bevorstehen.

Brennmaterialien, die sich nur sehr schwierig auf gewöhnlichen Rosten verbrennen lassen, wie Anthracit, sehr trockne und erdige Steinkohlen aus der Classe der sogenannten Sandkohlen, Braunkohlen, Torf, ferner alle staubartigen Brennmaterialien, wie Steinkohlenklein, Erdkohlen, Holzkohlenlösche etc., können, in Gase verwandelt, zum Puddel- und Schweissprocesse benutzt werden. Kann man nur sehr unreine Brennstoffe benutzen, wie, z. B., sehr kiesige Steinkohlen, so reinigt man die daraus entwickelten Gase, und kann dann ebenfalls gute Producte damit gewinnen.

Kurz, die Benutzung der brennbaren Gase ist nicht allein für das Hüttenwesen, sondern auch für die ganze Industrie von grosser Wichtigkeit; allein die ganze Sache ist noch zu sehr in ihrer Kindheit, um mehr Allgemeines darüber sagen zu können. Eine Zusammenstellung alles Neuen über diesen Gegenstand findet man in des Bearbeiters Schrift: „Ueber den Eisenhüttenbetrieb mit Gasen etc.“ (bis jetzt 2 Hefte, Quedlinburg und Leipzig, 1844 und 1845; jedes Jahr wird wenigstens 1 Heft erscheinen).

Benutzung der aus den Puddel- und Schweissöfen entweichenden Hitze.

Die Puddel- und Schweissöfen benutzen, wie die meisten Apparate, in denen man mit einer hohen Temperatur arbeitet, die Wärme der darin verbrannten Brennmaterialien sehr schlecht; man hat daher sehr zweckmässig einen Theil der unbenutzt entweichenden Wärme zur Dampfkesselfeuerung anzuwenden gesucht. Neuerlich haben sehr viele Hütten in England, Belgien, Frankreich und Deutschland sich beeilt, ein Verfahren anzuwenden, wodurch sehr viel Brennmaterial erspart wird.

Gestalt der Kessel. — Die in Staffordshire und in Wales angewendeten Kessel bieten eine grosse Heizoberfläche dar, während sie nur einen geringen Raum einnehmen. Sie bestehen aus 13 bis 14 senkrechten Sideröhren von etwa 0,40 Meter Durchmesser und von 3,50 bis 4,00 Meter Länge; oben sind sie durch eine Halbkugel vereinigt, welche sie alle umfasst. Da die Röhren sehr nahe aneinander liegen, so übersteigt der ganze Durchmesser des Apparats 2,50 Meter nicht; seine ganze Höhe beträgt fast 5,25 bis 6,50 Meter. Diese Kessel haben nur den einzigen Nachtheil, dass sie sehr schwer anzufertigen und besonders schwierig zu repariren sind, weil man zu den Fugen der mittlern Röhren nicht anders gelangen kann, als wenn man die an der Peripherie vorhandenen Röhren gänzlich wegnimmt. Dennoch werden diese Kessel wegen des geringen Raumes, den sie in den Hütten einnehmen, sehr häufig angewendet.

Zu Imphy im franz. Nièvre-Departement, wo man zuerst in Frankreich die Wärme der Flammöfen zur Kesselfeuerung benutzte, wendete man hauptsächlich die Kofferkessel an; sie haben den grossen Nachtheil, nicht füglich zur Erzeugung von Hochdruckdämpfen angewendet werden zu können und einen ungeheuern Platz einzunehmen, der durchaus nicht im Verhältniss zu der geringen Heizoberfläche steht, welche sie darbieten. In den übrigen Hütten hat man die Kessel mit horizontalen Sideröhren beibehalten, welche man überall in Frankreich anwendet.

Einrichtung der Oefen. — Die Stellung der Kessel in Verfolg der Oefen hat durchaus nichts Schwieriges, sondern ist im Allgemeinen sehr einfach. Die wesentlichste Vorsichtsmaassregel, welche man nehmen muss, besteht darin, den Apparaten eine weit bedeutendere Heizoberfläche zu geben, als wenn sie mit einer unmittelbaren Feuerung versehen wären, in der man ebensoviel Steinkohlen verbrennt, als in den Flammöfen. Es hat sich herausgestellt, dass eine Vermehrung in dem Verhältnisse von 3 zu 5, eine sehr zweckmässige sey. Man benutzt nicht allein die Wärme der Gase besser, wenn sie einen langen Umlauf machen müssen, sondern es gestattet auch, die in dem Zwischenraume zwischen den Ofenfeuerungen in einem grossen Wasservolum aufbewahrte Wärmemenge eine bedeutende Beschleunigung der Arbeit, wenn die Maschine in Betrieb gesetzt wird.

Zur Erlangung einer guten Feuerung ist es nothwendig, dass die Flamme mit einer geringen Geschwindigkeit in den Canälen circulirt, und man muss daher dieselben etwas weiter machen, als in den gewöhnlichen Fällen; etwa mit 0,10 Quadratmeter für 25 Kilometer in der Stunde auf dem Roste verbrannter Steinkohlen. Ausserdem ist es sehr zweckmässig, die Canäle in dem Maasse zu erweitern, je kälter der sie durchströmende Rauch wird, damit der Zug stets derselbe bleibe.

Von den Essen. — Der Zug der gewöhnlichen Puddelöfenessen ist nicht hinreichend, wenn man im Gefolge derselben Kessel anbringt. Man braucht sie nicht

Bayerische Staatsbibliothek München

immer zu erhöhen, allein man muss ihren Durchschnitt vergrössern, und ihn auf wenigstens 0,40 Quadratmeter bringen, während bei einem einzigen Ofen 0,20 Quadratmeter hinreichend sind. Zuweilen muss man auch den Durchschnitt des Ofens am Fuchse vergrössern, weil der Widerstand, welcher daher rührt, dass die Flamme unter die Kessel strömt, dazu beiträgt, sie auf dem Ofenheerde selbst aufzuhalten, und daher theilweis dieselben Wirkungen hervorbringt, als die gewöhnliche Verengung des Fuchses.

Um den Betrieb des Kessels von dem des Ofens unabhängig zu machen, muss man nach Belieben die Flamme aus diesem letztern direct in die Esse oder unter die Siederöhren strömen lassen können, indem man in dem letztern Falle den im erstern zu nehmenden Weg unterbricht. Zu dem Ende richtet man zwei Canäle vor, von denen der eine unmittelbar vom Ofen zur Esse, der andere aber vom Ofen zu den Kesseln, und erst dann zu der Esse führt; beide versieht man bei ihrer Verbindung mit der letztern, mit einem Register.

Die Kessel sind mit einem besondern Feuerraume versehen, damit sie auch dann, wenn der Ofen nicht im Betriebe ist, gefeuert werden können.

K e s s e l i n d e r H ü t t e z u A b a i n v i l l e. — Ausser mehrern ältern Kesselfeuerungen mit der aus den Flammöfen entweichenden Hitze, ist auch neuerlich ein Hochdruckkessel vorgerichtet, der 6 Meter lang, 1,25 Meter weit, auch mit 2 Siederöhren von 0,60 Meter Durchmesser versehen ist; seine ganze Heizoberfläche beträgt 37,43 Quadratmeter. Er wird durch zwei Flammöfen gefeuert, von denen jeder seine Esse und seinen Canal hat, so dass sie sich nicht entgegenwirken können. Der Canaldurchschnitt beträgt für die Siederöhren 0,311 Quadratmeter, und für die Kessel 0,297 Quadratmeter. Jede Esse ist 20 Meter hoch und hat einen Querschnitt von 0,33 Quadratmeter, indem derselbe 0,60 Meter lang und 0,55 Meter breit ist.

Es sind gewöhnlich 8 bis 9 Stunden erforderlich, um die Oefen anzufeuern, wenn sie mit Kesseln verbunden sind, allein nach einem Verlaufe von 6 Stunden erhält man Dampf genug, um eine Hochdruckmaschine mit Condensation und veränderlicher Expansion, von 35 Pferdekräften, welche ein Luppenwalzwerk mit 2 Gerüsten und 1 Presse treibt, in Bewegung zu setzen.

Berücksichtigt man das Anfeuern, so verbrauchen die Oefen, welche eine gleiche Menge und gleiche Qualität von Eisen, als die andern, produciren, 496 Kil. Steinkohle auf die Tonne Frischeisen; ohne die Kessel, welche ein sehr langes Anfeuern erfordern, reducirt sich der Verbrauch auf 489 Kil. Nach mehrern angestellten Versuchen producirte der Kessel 428 Kil. Dämpfe in der Stunde, d. h., 3,70 Kil. auf die Kilogramm Steinkohle.

In der Hütte zu Sionne, in den Vogesen, hat man ebenfalls Dampfkessel auf einem Puddelofen angebracht (Taf. 44, Fig. 5—9); allein die kleinen Dimensionen, die man ihnen gegeben hat (sie sind nur 4,55 Meter lang), gestatten keine so gute Brennmaterial-Benutzung, als bei der vorhergehenden Einrichtung, und man konnte nur 3,20 bis 3,40 Kil. Dampf durch 1 Kilogramm auf dem Roste verbrannter Steinkohle erzeugen.

B e l g i s c h e E i n r i c h t u n g d e r K e s s e l f e u e r u n g (Fig. 23—49, Taf. 43). — Zu Couillet, sowie in mehrern andern Hütten in Belgien und auch in einigen der preussischen Rheinprovinzen, wendet man eine Einrichtung an, bei welcher 4 Puddelöfen einen Kessel heizen. Ein unterirdischer Canal führt den Rauch, nachdem er gewirkt

hat, einer allgemeinen Esse zu. Diese letztere Einrichtung der Kesselfeuerung ist eine sehr vortheilhafte, jedoch sind wir nicht im Stande, genaue Angaben über die Dampfproduction bei derselben mitzutheilen.

Die obigen speciellen Angaben beziehen sich auf Puddelöfen, allein man wendet auch ähnliche Einrichtungen bei Schweissöfen an, wobei man die grössere Brennmaterialmenge berücksichtigen muss, welche in diesem letztern verbrannt wird, und indem man folglich den Canal-Querschnitt unter den Siederöhren vergrössert.

Nach Hrn. Grouvelle verhält sich die Menge des mit dem Schweissofen entwickelten Dampfes in Beziehung auf die verbrannten Steinkohlen fast ebenso, als wenn man dieselben unmittelbar unter dem Kessel verbrannt hätte, wogegen die Puddelöfen kein so vortheilhaftes Resultat geben. Man erhält von 1 Kil. der auf dem Roste der Schweissöfen verbrannten Steinkohle regelmässig 4 bis 5 Kil. Dampf von 5 Atmosphären, während man in den Puddelöfen nur höchstens 3,7 Kil. erhält. Diese Dampferzeugung entspricht bei Schweissöfen 25 und bei Puddelöfen 15 Pferdekräften, indem man 20 Kil. Dampf für eine Pferdekraft bei einer Expansionsmaschine ohne Condensation annimmt. Hr. Grouvelle giebt an, dass zwei Schweissöfen, in denen Stäbe von verschiedener Stärke gewärmt werden, eine hinreichende Dampfmenge für den Betrieb des Walzwerks geben, welches das in jenen gewärmte Eisen auswalzt, und dass ein Puddelofen für das Zängen der Luppen unter einem Hammer und das Auswalzen der gezängten Luppen unter dem Luppenwalzwerke zu Rohschienen hinreiche.

Da man in einer Walzhütte nie zuviel Platz hat, so kann es vortheilhaft seyn, die Kessel über den Flammöfen anzubringen und auf gusseiserne Säulen zu stellen (Taf. 44). Bei einer solchen von Grouvelle in den Fällen empfohlenen Vorrichtung, wo der zu beengte Raum die Kessel nicht hinter den Oefen anzubringen gestattet, strömt die Flamme oben aus den letztern, um unter die Kessel zu gelangen; jedoch darf alsdann die aufwärtsströmende Flamme nicht unmittelbar unter die Siederöhren gelangen, indem sie dieselben unmittelbar zerstören würde, sondern sie muss erst unter ein Gewölbe von Ziegelsteinen geleitet werden, welches sie reflectirt und horizontal unter die Siederöhren führt.

Die angeführten Thatsachen sprechen hinlänglich für sich selbst, so dass wir es unterlassen können, die daraus zu machenden Folgerungen hier darzustellen. Jedoch muss man sich mit Recht wundern, dass es noch jetzt Hütten giebt, die einen Theil des Sommers hindurch kalt liegen, während sie, ohne Erhöhung der Productionskosten, die Triebkraft selbst darzustellen im Stande sind und in kurzer Zeit die gehabten Anlagekosten wieder erhalten können.

Wir beschliessen nun hiermit denjenigen Theil unserer Betrachtungen, welcher sich auf die chemische Bearbeitung des Eisens bezieht und wenden uns jetzt zu dem mechanischen Theile der Eisenfabrication.

Zweite Abtheilung.

Der mechanische Theil der Stabeisenfabrication.

Angewendete Methoden. — Man unterscheidet zwei Hauptmethoden des Ausstreckens von dem Eisen: die eine ist auf die Anwendung verschiedener Arten von Hämmern gegründet; die andere auf die der Walzwerke, deren Form der Beschaffenheit der zu erzeugenden Stabeisenarten entsprechen. Das Ausschmieden mit Hämmern ist die älteste Methode, und wir werden uns zuvörderst damit beschäftigen; das Auswalzen dagegen, die vollkommnere und neuere Methode, wird später mit allen erforderlichen Einzelnheiten beschrieben werden.

Viertes Kapitel.

Stabeisenfabrication mit dem Hammer.

Das Ausstrecken des Eisens mit dem Hammer wird bei der deutschen Methode für das mit Holzkohlen und Holz gefrischte Eisen, und bei der Champagneser Methode für das mit Steinkohlen gepuddelte Eisen angewendet. Wir wollen daher einen jeden von diesen beiden Fällen betrachten.

Mit Holz gefrischtes und mit Hämmern ausgestrecktes Eisen. (Deutsche Methode).

Das Ausstrecken des Eisens mittelst Hämmer ist von Anfang der Eisenfabrication angewendet worden und wird noch jetzt in einem grossen Theile der schwedischen, deutschen, französischen etc. Hütten angewendet.

Die dem Ausschmieden des Eisens mit Recht zugeschriebenen Vorzüge bestehen darin, dass dabei nur einfache und wenig kostspielige Apparate angewendet werden; dass dabei ein gereinigteres und im Allgemeinen festeres Eisen erzeugt wird, als mit den Walzwerken. Wirklich sind die Hämmer treffliche Maschinen zur Bearbeitung des Eisens, und ohnerachtet der geringen Vollkommenheit, mit welcher sie gewöhnlich eingerichtet sind, gelingt es häufig doch, Stäbe von sehr genauen Formen und Dimensionen, welche das schönste Ansehen darbieten, darzustellen.

Jeder Hüttenmann kennt die Schönheit des geschmiedeten Eisens, allein er weiss auch, dass ein solches nur von sehr geschickten Arbeitern, von einer sehr sichern Hand und mit einem sehr richtigen Augenmaasse erlangt werden kann, und dass das Ausschmieden eines gut calibrirten und eines gut abgerichteten Eisenstabes soviel Zeit erfordert, dass diese Fabricationsmethode wirklich unzureichend ist, um den Bedürfnissen des Verbrauchs zu entsprechen. Diese Nachtheile rechtfertigen die Anwendung der Walzwerke zur Darstellung alles verkäuflichen Eisens, statt der Hämmer, sehr gut; allein die Vorzüge einer unter dem Hammer gezängten Luppe, in Beziehung auf deren Reinheit, muss alle Hüttenleute veranlassen, diesen Process beizubehalten, und im

Allgemeinen ist diess auch der Fall, denn nur in wenigen Hütten erfolgt das Zängen zwischen Walzen. Wir werden später sehen, dass es viele andere Fälle giebt, in denen die Hämmer von grossem Nutzen, und dass sie sogar zum Schweissen und zur Anfertigung aller grossen Eisenstücke unerlässlich sind. Es werden daher die Hämmer immer eine sehr wichtige Rolle in dem Eisenhüttengewerbe spielen.

Die in den Hütten, welche nach der alten Methode betrieben werden, angewendeten Hämmer sind Aufwerfhämmer und Schwanzhämmer. Die erstern dienen zum Zängen der Luppen und zum Ausschmieden der gröbern Stabeisensorten; die zweiten dagegen hauptsächlich zum Ausrecken der feinern Stäbe, wiewohl man in den südlichen Provinzen Oesterreichs auch letztere zum Zängen und Ausschmieden der Luppenstücke benutzt.

Von den Aufwerfhämmern.

Einrichtung dieser Apparate. — Die Aufwerfhämmer sind solche, bei denen der Angriffspunct der Kraft zwischen dem Hammer und dem Drehungspuncte des Helms stattfindet. Man unterscheidet zwei Abänderungen, diejenigen, bei denen die Hebedaumen zur Seite liegen oder bei denen die Hebedaumen den Helm seitwärts ergreifen; und diejenigen, bei denen die Hebedaumen unten liegen, und gänzlich unten gegen den Helm wirken. In den mit Holz betriebenen Stabeisenhütten wendet man nur Aufwerfhämmer der erstern Art an, welche mit einer Feder oder mit einem Reitel versehen sind, welcher den Zweck hat, die Stärke des Schlages zu erhöhen. Wir wollen zuvörderst die ältere Constructionsweise dieser Hämmer beschreiben und alsdann die Veränderungen angeben, die gemacht werden müssen, um diese Maschinen zu vervollkommnen.

Altes Hammergerüst (Taf. 45, Fig. 1). — Der Hammer ist auf einen hölzernen Helm gekeilt, dessen Ende in einen mit Zapfen versehenen Ring eingelassen ist, welchen man die Hülse nennt; sie bildet die Drehungsachse des Hammers und bewegt sich zwischen den beiden Säulen des hölzernen Hammergerüstes. Der Reitel ist ein Stück Holz, welches mit dem Helme in gleicher senkrechter Ebene liegt; der letztere stösst gegen sein vorderes Ende, wenn er durch den Stoss des Hebedaumens emporgeschnellt ist. Dieser Reitel geht über der Hülse und zwischen den Säulen des Hammergerüstes durch, dann durch die Reitel- oder Mittelsäule, in welcher er sehr stark mit hölzernen Keilen befestigt ist, und tritt mit seinem hintern Ende gegen die Hinter- oder Drahmsäule.

Die beiden Büchsensäulen, die Reitel- und die Drahmsäule stehen unten in einem hölzernen Fundamente und sind oben durch einen starken horizontalen Balken, den Drahmbaum, verbunden. Derselbe geht bei den belgischen und französischen Hammergerüsten nicht weit über die Reitelsäule hinaus; allein bei den ältern Hammergerüsten, wie man sie in den meisten Theilen Deutschlands noch häufig findet, geht der Drahmbaum über den Hammer hinaus und ruht mit seinem vordern Ende auf einer dritten senkrechten Säule, der Vorder- oder Hüttensäule. Die Wirkung des Drahmbaums ist die, die Stösse, welche das Hammergerüste und besonders die Drahm- und die Reitelsäule erhalten, aufzunehmen und zu schwächen. Die Drahmsäule ist von beiden Seiten und von Hinten durch Strebesäulen gestützt.

Der Hauptzweck des ganzen Hammergerüstes ist der, die Büchsensäulen und die Reitelsäule in einer festen Stellung zu erhalten, indem die gegen den Reitel ge-

führten Schläge die Reitelsäule zu heben und die Drahmseite umzustürzen suchen. Selten wird jedoch der Zweck einer festen Stellung aller dieser Theile erreicht, eines Theils, weil alle hölzernen Verbindungen bald lose werden und gegenseitigen Spielraum lassen; andern Theils, weil die Fundamente keine hinreichende Masse darbieten, um so heftigen Stössen zu widerstehen. Endlich erfordert ein solches Hammergerüst eine grosse Menge des besten Holzes, sowohl zu den Fundamenten unter der Sohle, als auch über derselben, leistet, wie schon bemerkt, einen schlechten Widerstand und giebt zu sehr häufigen Reparaturen Veranlassung.

Neues Hammergerüst. — Um ein Hammergerüst zu construiren, welches den Anforderungen des Widerstandes und einer langen Dauer entspricht, muss man offenbar statt des Holzes Roheisen anwenden, und Mittel hervorsuchen, um dem Druck, welchen der Reitel auszuhalten hat, Widerstand leisten zu können. Man erreicht diesen Zweck nicht durch eine Verbindung von Stücken, welche den Druck auf die Sohle zurückführen, sondern durch die unmittelbare Verbindung des Reitels mit einem Fundamente von hinlänglichem Gewicht, um allen Stössen, welche hervorgebracht werden können, ohne Erschütterung zu widerstehen.

Das in den Figg. 2—19, Taf. 45 dargestellte Hammergerüst scheint allen diesen Anforderungen hinreichend zu entsprechen. Da die Verbindung des Reitels und der Stützpunct der Drehungsachse des Hammers auf einem einzigen Stück Gusseisen befindlich sind, welches allein eine Menge Holzstücke der hölzernen Gerüste ersetzt, so ist jede Art von Trennung unmöglich gemacht. Die zahlreichen eisernen Anker, welche die gusseisernen Theile des Gerüstes mit dem Fundamente verbinden, sichern die unveränderliche Solidarität des Ganzen. Jedoch hätte man, ohne die erforderliche Elasticität des Fundaments wesentlich zu vermindern, demselben eine grössere Masse und folglich auch einen grössern Widerstand geben können, indem man die beiden untern Reihen von Schwellen durch Mauerwerk ersetzte, und nur die Schwellen beibehielt, welche unmittelbar unter der allgemeinen Sohlplatte liegen; es würde dadurch auch etwas an Anlagekosten erspart worden seyn.

Statt den Reitel in einem einzigen langen Kasten zu befestigen, sowie man es hier gethan hat, bringt man denselben mehr zurück, und befestigt ihn in einem breiten, mit Zapfen versehenen Ring, welcher mit der Hülse in einem und demselben gusseisernen Gerüste befestigt worden ist. Diese häufig angewendete Einrichtung hat den Zweck, zu verhindern, dass der Kopf des Reitels zur Seite geworfen wird, wenn der Hammerhelm dagegen schlägt; sie ist etwas verwickelter und theuerer, als die vorhergehende, allein bei Hämmern, die schwerer als 300 oder 350 Kil. sind, ist sie wirklich von wesentlichem Nutzen (Taf. 7 und 8, Theil II.).

Hauptstücke des Hammergerüstes. — Der Hammer wird zwar sehr häufig gegossen, allein die häufigen Brüche der gusseisernen Hämmer und die dadurch veranlassten, nicht seltenen Unglücksfälle haben Veranlassung gegeben, dass man in vielen Hütten die geschmiedeten Hämmer beibehalten hat, denn diese sind offenbar die ältern. Sind sie gehörig angefertigt, so haben sie eine fast unendliche Dauer, und es braucht nur dann und wann die Bahn neu verstahlt zu werden. Das Gewicht der Hämmer beträgt 200 bis 400 Kil., und ihr Hub, der im Allgemeinen im umgekehrten Verhältnisse zu dem Gewichte steht, beträgt 0,80 bis 0,55 Meter (30—20 Zoll).

Um das Ausschmieden der langen Stäbe zu erleichtern, hat die Axe des Hammers fast stets eine Neigung zu der des Helms; so dass, wenn dieses Stück in Be-

ziehung zu dem Auge des Hammers, welches es aufnimmt, nicht gekrümmt ist, dasselbe schief behauen werden muss und auf diese Weise viel von seiner Kraft verliert. Es ist daher zweckmässiger, die Hammerbahn schief zu stellen.

Die Helme sind von der Mitte des Hammers bis zur Drehungsachse etwa 2,040 bis 2,050 Meter lang und ihre Stärke muss im Verhältnisse zu der des Hammers stehen. Da diese Stücke sehr angestrengt werden, so müssen sie aus dem besten roth- oder weissbuchenen Holze angefertigt werden; dennoch dauern sie nie lange und man muss sie durchschnittlich 25- bis 30mal auswechseln, so dass sie sehr kostbar werden. Die Reitel bestehen aus Buchen-, Eichen- oder Eschenholz und haben ebenfalls keine lange Dauer.

Der Hammer bestehe nun aus Guss- oder aus Schmiedeeisen, so wird der Ambos stets gegossen; seine Bahn ist 0,08 bis 0,10 Meter breit und 0,50 Meter lang. Damit er mehr Widerstand leiste, giesst man ihn aus krummgegossenem, halbirtem Roheisen und macht die Bahnschale hart, indem dieselbe in der Form aus einem dicken Stücke Gusseisen besteht, an welchem sich das flüssige Roheisen abschreckt. Jedoch erhält man auch recht gute Amböse mit schalenharter Bahn aus grauem Holzkohlen-Roheisen.

Das Fundament des Amboses ist von dem der übrigen Theile des Hammergerüstes unabhängig und besteht aus einem oder aus mehrern Stücken von starkem Holze, die senkrecht in der Hüttensohle stehen und von einem festen Mauerwerke umgeben sind. Zuweilen ruht der Ambos unmittelbar auf diesem sogenannten Hammerstocke, allein oft liegt er auf einem grossen Stücke Gusseisen, der sogenannten Chabotte, in welcher er eingelassen ist; die Chabotte liegt ihrerseits auf dem Stocke. Bei dieser Einrichtung kann der Ambos weit leichter seyn, und seine Auswechslung ist daher auch weit leichter und wohlfeiler, indem die Chabotte, welche die zur Schwächung der Stösse erforderliche Masse darbietet, eine lange Dauer hat. Ihr Gewicht muss wenigstens immer das Dreifache von dem des Hammers betragen.

Der Hebekranz, der im Allgemeinen auf der Wasserradwelle angebracht ist, ist mit 4 oder 5 hölzernen Hebedaumen oder Fröschen versehen, welche mittelst hölzernen Keilen und eisernen Bändern an den Vorsprüngen des gusseisernen Hebekranzes befestigt worden sind. Der Punct, an welchem sie den Helm ergreifen, ist mit einem starken eisernen Blech versehen und muss dem Hammer so nahe, als möglich, liegen. Da aber der Ambos von allen Seiten frei seyn muss, so muss man das Zapfenlager der Welle etwas hinter demselben zurückstellen, und auf diese Weise ist der Hebekranz weit genug von dem Hammer entfernt. Bei hölzernen Wellen hält es schwer, eine andere Einrichtung anzubringen; bei gusseisernen dagegen kann man den Hebekranz an dem vorderen freien Ende der Welle und vor dem Zapfenlager befestigen, so dass er dem Hammer sehr nahe ist.

Bei den ältern Hammergerüsten, bei denen der Hebekranz auf die Wasserradwelle festgekeilt ist, muss man wegen seiner starken Dimension und wegen des vielen Platzes, den die Säulen des Hammergerüstes einnehmen, die Hammerhelmachse nach der des Rades neigen, um den Hebekranz dem Puncte nahe zu bringen, wo er wirken muss. Bei dieser Einrichtung nützen sich die Frösche ungleich ab und die Helme leiden dadurch viel; bei einer gusseisernen Welle und einem gusseisernen Gerüste, ist dieser Uebelstand leicht zu beseitigen.

Von der Triebkraft. — Die Gewohnheit, den Hebekranz auf der Wasserradwelle selbst anzubringen, ist eine sehr nachtheilige, denn die Stösse, welche das

Wasserrad dadurch erhält, zerstören es in kurzer Zeit, und wenn es auch noch so fest ist. Ausserdem wird auf diese Weise auch die Triebkraft sehr schlecht benutzt; denn es wird im Allgemeinen die Geschwindigkeit des Rades nicht durch das Gefälle, sondern durch die Anzahl der Hammerschläge bestimmt. Da die Anzahl der Hebedaumen an dem Kranze 5 oder 4 beträgt, so muss das Rad, bei 120 Hammerschlägen in der Minute, 24 bis 30 Umgänge in derselben Zeit machen; man muss daher zur Hervorbringung eines Nutzeffects von 8 bis 10 Pferdekräften eine mechanische Kraft von 50 bis 60 Pferden verbrauchen, während man mit 24 oder 30 ausreichen könnte. Jetzt, wo man den Werth eines Wassergefälles zu würdigen versteht, dürfen solche fehlerhafte Einrichtungen nicht mehr gemacht werden; man muss das Wasserrad so einrichten, das man wenigstens einen Nutzeffect von 50 Procent erreicht und muss die Bewegung der Hebekranzwelle durch ein Vorgelege mittheilen, welches im Verhältnisse zu dem Radumgängen berechnet ist, und man muss endlich die Hebekranzwelle mit einem Schwungrade versehen, dessen Masse die Stösse schwächt und verhindert, dass sie dem Vorgelege und dem Wasserrade mitgetheilt werden. Wendet man eine besondere Dampfmaschine an, so ist ein Vorgelege unnöthig; die stets mit einem Schwungrade versehene Hebekranzwelle kann unmittelbar von der Maschine bewegt werden, indem es leicht ist, ihren Gang so zu reguliren, dass man die verlangte Anzahl der Umgänge erhält, ohne dass dadurch der guten Benutzung des Dampfes geschadet wird.

Die Berechnung der zu einem Hammer erforderlichen Triebkraft hat keine Schwierigkeiten. Bezeichnet man das Gewicht des Hammers nebst dem der Keile, womit er auf dem Helme befestigt ist, und des Theiles von dem Helme, der mit dem Hammer gehoben werden muss (ein Werth, den man etwa mit $\frac{2}{5}$ des Gewichts von dem Hammer annehmen kann), mit P; die Anzahl der Hammerschläge in einer Minute mit N und den Hub endlich mit C: so drückt $\frac{P \times N \times C}{60}$ den Nutzeffect in der Secunde in Kilogrammmetern aus. Die Reibungen aller Art, sowie die Wirkung des Reitels, absorbiren eine Kraft, welche fast die Hälfte von der obigen ist. Es kann demnach der Werth der angewendeten Triebkraft, T, ausgedrückt werden durch die Formel: $T = \frac{1{,}5 \times P.N.C.}{60}$ oder $T = 0{,}025\ P.N.C.$

Nimmt man an, dass die Triebkraft einigermaassen zweckmässig angebracht worden sey, so giebt sie wenigstens 50 Procent, und die verbrauchte theoretische Wasser- oder Dampfkraft beträgt 2 T. Nehmen wir, z. B., einen Hammer von 300 Kil. Gewicht an, so machen wir $P = 420$ Kil., N sey ferner $= 100$ und $C = 0{,}60$ Meter; so hat man $T = 630$ Kilogrammmeter $= 8{,}4$ Pferdekräften.

Gewicht des Schwungrades. — Die Stösse eines Hammers können nur durch ein Schwungrad auf eine zweckmässige Weise geschwächt werden, und es ist für die Erhaltung der Maschinen wichtig, dass derselbe kräftig genug sey, und man muss ihm daher eine um so bedeutendere Bewegungsgrösse ertheilen, je heftiger die Stösse sind und je langsamer sie erfolgen. Da es aber für das Schmieden sehr unzweckmässig seyn würde, wenn der Hammer, nachdem der Schütz verschlossen worden ist, noch länger im Gange bliebe, so muss dieser Punct sehr wohl berücksichtigt werden, ja man kann bei der Bestimmung der Kraft des Schwungrades selbst davon ausgehen. Nimmt man an, dass der Hammer 5 Secunden nach dem Schlusse des

Schützes still stehen soll, so muss die Bewegungsgrösse des Schwungrades 5 Mal grösser, als die des Hammers seyn, oder $= 5\ T$. Nennt man sein Gewicht P, seine mittlere Peripherie-Geschwindigkeit V und sein Gewicht g, so wird seine Bewegungsgrösse durch $\frac{P\ V^2}{g}$ ausgedrückt werden; und da dieser Werth gleich dem doppelten der Wirkung ist, so hat man:

$$P\ V^2 = 2\ g \times 5\ T = 2 \times 9{,}81 \times 5\ T = 98\ T,$$

Ausdruck, woraus man P ableitet, indem man V giebt.

Nehmen wir, z. B., den weiter oben betrachteten Hammer an, dass die Hebekranzwelle 20 Umgänge mache, und dass das Schwungrad 5 Meter im Durchmesser habe, so findet man $V = \frac{5^m \times 3{,}14 \times 20}{60} = 5^m,\ 24$ und $V^2 = 27{,}45$. Wenn man in dem Ausdrucke $P\ V^2 = 98\ T$, $V^2 = 27{,}45$ und $T = 6{,}30$, so folgt:

$$P = \frac{98 \times 630}{27{,}45} = 2250 \text{ Kil.}$$

Bei einem leichtern und schneller gehenden Hammer, der dieselbe Triebkraft erfordert, kann man ohne Nachtheil ein leichteres Schwungrad anwenden; sowie bei einem schwerern und ebenfalls bei gleicher Kraft man eines schwerern Schwungrades bedarf. Das so eben angegebene Calcul lässt sich eben so gut auf die Schwungräder derjenigen Hammerwerke anwenden, welche mit Vorgelegen versehen sind und die durch ein Wasserrad oder eine Dampfmaschine bewegt werden; sie müssen aber in dem Falle, dass die Dampfmaschine die Vorgelegewelle unmittelbar bewegt, etwas wirksamer seyn, weil es wesentlich ist, dass der Cylinder, die Kolbenstange etc. keine Stösse erhalten.

Benutzung der Hämmer. — In den meisten Hütten, welche nach der deutschen Frischmethode betrieben werden, machen die Hämmer 90—220 Schläge in der Minute, und es werden darnach das Gewicht und die Grösse der erforderlichen Kraft eingerichtet, obgleich dabei auch die Beschaffenheit des auszuschmiedenden Eisens in Betracht kommt. Hämmer von 250 bis 300 Kil., mit einem Hube von 0,55 Meter, haben eine nur geringe Wirkung; zum schnellen Zängen einer schweren Luppe sind Hämmer von 450 bis 500 Kil., mit einem Hube von 0,60 Meter und mit einem starken Reitel erforderlich. Ein Hammerwerk dieser Art kann sehr leicht zwei Frischfeuer, die nur Kolben oder grobe Stabeisensorten produciren, bedienen.

Muss man gewöhnlich auch schwache Stabeisensorten schmieden, so ist zu jedem Feuer auch ein Hammer erforderlich; allein er bedarf dann nur eine Schwere von 250 bis 300 Kil., indem alsdann die Luppen gewöhnlich leichter sind. Die beste Einrichtung würde die seyn, wenn für 5 oder 6 Frischfeuer ein grosser Zängehammer, und für 3 Feuer 2 leichte Hämmer vorhanden wären.

Ein schnelles und wirksames Zängen würde ein grosser Fortschritt für die Eisenfabrication mit Hämmern seyn; man würde alsdann die ganze Hitze der Luppe benutzen können, um sie zu Stäben auszustrecken, deren Stärke nicht weit von der verlangten verschieden ist, und man würde an Zeit, an Triebkraft und an Brennmaterial gewinnen, ohne dass dadurch die Qualität des Eisens beeinträchtigt würde.

Die Hämmer mit Vorgelege und mit Schwungrädern sind im Allgemeinen noch wenig verbreitet, indem diejenigen Hüttenleute, welche sehr gern die Em-

pyrie mit der Erfahrung verwechseln, ihrer Einführung entgegen sind, indem sie behaupten, dass das Schmieden mit solchen Hämmern nicht so gut gehe, weil sie nicht so leicht aufgehalten werden könnten, wie die ältern Hämmer. Man kann jedoch das Aufhalten zu rechter Zeit dadurch bewirken, dass man den Schütz eher verschliesst, und auf diese Weise bleibt der Hammerschmied vollkommen Meister seiner Arbeit, wie mit jedem andern Apparate. Ausserdem muss man berücksichtigen, dass man durch diese Einrichtung die Hälfte der Triebkraft spart, und es müsste daher wohl das Vorurtheil einer so wichtigen Rücksicht weichen.

Von den Schwanzhämmern.

Einrichtung. — Die Schwanzhämmer sind diejenigen, bei denen die Drehungsachse des Helms zwischen dem Angriffspuncte des Hebedaumens und dem Hammer angebracht ist. Ihre Kraft ist sehr verschieden; zuweilen ist sie viel bedeutender, als die der Aufwerfhämmer, und in diesem Falle sind sie, wie die letztern, mit einem Reitel versehen. Gewöhnlich übersteigt aber ihr Gewicht 250 Kil. nicht, und sinkt auch oft bis auf 40.

Der Helm ist durch seine Drehungsachse in zwei Theile getheilt; die Entfernung dieses Punctes bis zum Hebedaumen oder Kammen beträgt bei Hämmern von mittlerer Kraft, welche 140 bis 200 Schläge in der Minute machen, $\frac{1}{3}$ von der Stärke des ganzen Helms; bei kleinen, sogenannten **Reckhämmern**, die 240 bis 300 Schläge machen, beträgt sie aber oft nur $\frac{1}{4}$. Der Hub beträgt 0,50 bis 0,60 Meter für die stärksten Hämmer; 0,35 bis 0,45 Meter für die mittlern und 0,25 bis 0,30 für die kleinsten.

Die Hülse, welche den Helm umgiebt, ruht in Pfannen zwischen zwei hölzernen oder gusseisernen Säulen, die mit einem festen Fundamente verbunden sind. Der Reitel fehlt, und seine Wirkung ist durch ein Stück Holz ersetzt, welches in der Sohle befestigt und mit einer gusseisernen Platte versehen ist, gegen welche der Schwanz des Hammerhelms schlägt; es ist diess der sogenannte **Prellklotz**.

Der **Ambos** ruht stets in einer gusseisernen **Chabotte**, die ihrerseits auf dem Hammerstocke befestigt ist; nur bei den kleinen Hämmern macht man ihn aus Schmiedeeisen und zuweilen ist er auch mit einem geschmiedeten Gesenke versehen, dem man die Gestalt des auszuschmiedenden Eisens ertheilt. Auch die Bahn des schmiede- oder gusseisernen Hammers ist in diesem Falle mit einem eingelassenen Gesenke versehen. Diese Einrichtung, welche hauptsächlich bei'm Ausschmieden des Rundeisens angewendet wird, lässt sich aber auch in vielen andern Fällen benutzen, und man kann mittelst einer gewissen Anzahl von Gesenken aufeinander folgender Formen dahin gelangen, eben so verschiedenartige Eisensorten darzustellen, als mit dem Walzwerke. Zum Ausschmieden von Flach- oder Quadrateisen giebt man der Ambosbahn, nach der Grösse des Hammers, eine Breite von 0,04 bis 0,08 Meter und eine Länge von 0,25 bis 0,45 Meter.

Der **Wellkranz** ist auf der Wasserradwelle, oder auf einer besondern, durch ein Vorgelege bewegten Welle angebracht. Diese letztere Einrichtung ist, wie wir schon bei den Aufwerfhämmern bemerkt haben, der erstern weit vorzuziehen. Die **Kammen** bestehen stets aus Schmiedeeisen und sind in dem gusseisernen Wellkranze mit hölzernen und eisernen Keilen befestigt; ihre Anzahl hängt von der der Schläge

ab, welche der Hammer bei jeder Umdrehung der Welle machen soll, und man giebt dem Wellkranze einen hinlänglich grossen Durchmesser, damit die Entfernung der Kammen voneinander hinreichend ist. Diese Entfernung voneinander und ihre Länge stehen mit dem Hube so in Verbindung, dass, wenn eine Kamme den Schwanz des Hammers bis auf eine kleine Entfernung von dem Prellklotze gebracht hat, der folgende ihn nicht eher ergreifen kann, als einen Augenblick nach seiner Rückkehr in seine erste Stellung. Man giebt den Kammen die Gestalt einer Kreisevolvente, und der Punct, wo der Helm getroffen wird, ist mit einem Stück Eisen versehen, das durch starke Ringe (Schwanzringe) festgehalten wird; der untere gegen den Prellklotz stossende Theil ist auf diese Weise auch geschützt.

Von der Triebkraft und dem Schwungrade. — Die zu einem Reckhammer erforderliche Triebkraft wird nach den oben angegebenen Regeln berechnet. Was nun das Schwungrad betrifft, dessen alle Hämmer bedürfen, so giebt man ihm um so weniger Bewegungskraft, je schwächer die Schläge sind und je rascher sie aufeinander folgen. So geht ein 250 Kil. schwerer Hammer, welcher 160 Schläge in der Minute macht, vollkommen gut mit einem Schwungrade, dessen Bewegungsgrösse die vier- oder fünffache von der der Triebkraft ist, während bei einem Hammer von 40 bis 50 Kil. Schwere, der 240 oder 260 Schläge macht, dieses Verhältniss auf 3 oder auf 4 reducirt werden kann.

Gebrauch. — Obwohl die Schwanzhämmer hauptsächlich zur Anfertigung der feinern Eisensorten angewendet werden, so kann man sie doch auch, wenn man ihnen ein passendes Gewicht und einen zweckmässigen Hub giebt (z. B., 250 Kil. und 0,50 Meter Hub), zum Zängen leichter Luppen von 40 bis 45 Kil. Schwere gebrauchen. Von diesem Grade der Kraft wirken sie sehr gut für mittlere Eisensorten, sowie für alle besondern Stücke, als Wagenachsen, Pflugeisen und andere Utensilien, welche die Hütten roh in den Handel bringen. Jede Hütte, die sogenanntes Modelleisen liefert, sollte 2 oder 3 Schwanzhämmer von verschiedenen Dimensionen zu ihrer Disposition haben, von welchen der grösste nöthigenfalls einen grossen Hammer ersetzen kann, sobald viele Arbeiten auszuführen sind, oder derselbe reparirt werden muss.

Wir werden weiter unten sehen, dass man den Schwanzhämmern einen Grad der Kraft ertheilen kann, welche den der Aufwerfhämmer weit übersteigt, und dass es in vielen Fällen vortheilhaft ist, sie vorzugsweise vor den letztern anzuwenden.

Der in den Figg. 1 und 2, Taf. 46 dargestellte Apparat, hat einen schmiedeeisernen Hammer von 245 Kil.; sein Hub beträgt etwa 0,50 Meter, und er ist so eingerichtet, dass er 160 Schläge in der Minute machen kann. Der 3,10 Meter lange Helm ist in 2,10 Meter Entfernung von der Mitte des Hammers mit einer gusseisernen Hülse versehen, welche sich auf Stiften in gusseisernen Pfannen bewegt, die in Säulen angebracht und so eingerichtet sind, dass die Lage einer jeden mittelst Schrauben und eiserner Keile regulirt werden kann. — Die beiden Säulen sind durch 4 Bolzen miteinander verbunden und auf einer Sohlplatte festgeschraubt, welche auch das Zapfenlager der Hebekranzwelle trägt.

Diese Welle, welche etwa 27 Umgänge in der Minute macht, trägt einen gusseisernen Ring, der da, wo die Kammen anfangen, 1 Meter im Durchmesser hat; die Anzahl der Kammen beträgt 6, und sie sind 0,10 Meter lang. Man hätte auch einen weit grössern Wellkranz anbringen und ihn mit weit mehr Kammen versehen können;

allein der Umlauf des Schwungrades würde alsdann weit geringer gewesen seyn, und man hätte alsdann sein Gewicht und seinen Durchmesser vermehren müssen. Der auf dem Grundrisse abgebildete Durchmesser beträgt 4 Meter bis zur Mitte des Kranzes, und sein Gewicht beträgt etwa 1600 Kil.

Dieser Hammer ist stark genug, um damit 40 bis 45 Kil. schwere Luppen zängen und sie zu Eisensorten von mittlerer Stärke, sowie zu kleinen Achsen und zu andern Stücken von demselben Gewichte, ausschmieden zu können. Der in Fig. 3, Tafel 46 dargestellte Hammer hat dieselbe Einrichtung, wie der vorhergehende, nur hat er weit geringere Kraft. Der Hammer wiegt 50 bis 60 Kil., der Hub beträgt 0,35 Meter, und bei einer Umlaufsgeschwindigkeit der Welle von 27 Malen in der Minute macht er in derselben Zeit 270 Schläge. — Der Schwungradkranz hat 3,50 Meter im Durchmesser und wiegt etwa 800 bis 900 Kil. — Die Bahnen des Amboses und des Hammers sind so eingerichtet, dass sie Gesenke zur Fabrication von rundem, quadratischem, flachem und jedem andern Eisen aufzunehmen im Stande sind.

In den südlichen Provinzen Oesterreichs wendet man die Schwanzhämmer nur allein in den Frischhütten an; Aufwerfhämmer sind dort eine Seltenheit. Die Hämmer haben ein Gewicht von 6 bis 7 Centner. Es ist zwar nicht zu verkennen, dass ein Aufwerfhammer, bei gleicher Wirkung mit einem Schwanzhammer, um ein Geringes weniger Triebkraft erfordert und der Hammerhelm dabei weniger leidet; allein der letztere Vortheil wird durch die geringere Dauer des Reitels bei den Aufwerfhämmern wieder ganz aufgewogen, und die Schwanzhämmer sind weit leichter und wohlfeiler herzustellen, erfordern auch einen weit geringern Raum. Die im Oesterreichischen gebräuchlichen Schwanzhämmer sind in dem schon erwähnten vortrefflichen Werke des Professor Tunner über Stabeisen und Rohstahlbereitung S. 61 ff. beschrieben und auf Taf. 2 abgebildet worden; wir müssen hier auf dieses jedem Hüttenmanne unentbehrliche und wegen seines geringen Preises sehr leicht zugängliche Werk selbst verweisen.

Verfahren bei der Schmiedearbeit.

Bei der eigentlichen deutschen Frischschmiede wendet man das folgende Verfahren an.

Gezähe. — Die bei'm Schmieden gebrauchten Werkzeuge oder Gezähe sind folgende:

1) Der Luppen- oder Deulbaum von Holz, in der Mitte mit Blech beschlagen, oder von Eisen und mit hölzernen Handgriffen.

2) Eine Stange zum Gegenhalten der Luppe, wenn sie auf dem Ambose liegt. Statt dessen kann man auch eine Handbrechstange oder einen Luppenhaken gebrauchen.

3) Zwei Setzeisen, ein grösseres und ein kleineres, die zum Zerhauen der Luppe und zum Abhauen des Eisens gebraucht werden.

4) Eine grosse Luppen- oder Rampfzange, an 40 Pfd. schwer, mit langen Schenkeln, mit welcher die Luppe zuerst gepackt wird.

5) Eine kleine Rampf- oder Hauzange, mit welcher die Luppe gefasst und abgedreht wird, etwa 30 Pfund schwer.

6) Mehrere Wärmzangen, die zum Erhitzen der Luppenstücke und Kolben angewendet werden.

7) Mehrere Schmiedezangen (Stück-, Stauch- und Schneppelzangen).

8) Zeichenhämmer, eiserne Maasse etc.

Nachdem die Luppe mit dem Luppenhaken beinahe bis zum Hammerstocke gewälzt und mit einem eisernen oder hölzernen Schlägel hinlänglich geklopft worden ist, damit sie eine ebene Oberfläche bekomme, hebt sie der Hammerschmied mit der Luppenzange an dem einen Ende etwas in die Höhe, damit zwei andere Arbeiter den Luppenbaum darunter schieben können; dann packt er die Luppe mit der erwähnten Zange, so dass er dieselbe, wenn sie auf den Ambos gesetzt worden ist, bequem auf der hohen Kante regieren kann. Das Ende der Luppe, welches im Heerde an der Form lag, steht auf der Ambosbahn, so dass das Gichtzackenende die ersten Hammerschläge erhält, indem hier die Luppe am Wenigsten fest ist und zuweilen noch keinen rechten Zusammenhang hat. Zuerst geht der Hammer langsam, um die Luppe etwas zusammenzudrücken, und um die Garschlacke ablaufen zu lassen; dann lässt man ihn schneller arbeiten, wobei die Luppe auf dem Ambose so hin- und her gewendet wird, dass sie eine möglichst gleichförmige Gestalt erhält. Um dem Schmied das Halten der schweren Luppe mit der Zange zu erleichtern, und um zu verhindern, dass sie nicht vom Ambose fällt, hält bei diesen und den nächstfolgenden Bearbeitungen ein Gehülfe eine Stange gegen die Luppe. Ist nun dieselbe auf den erwähnten beiden Enden hinlänglich zusammengeschlagen, so wird sie nach ihrer Breite umgekehrt, so dass das im Heerde bei der Vorheerdplatte liegende Ende auf den Ambos zu stehen kommt und der Hammer auf das Hinterzackenende schlägt. Die Luppe wird auch hier auf dem Ambose hin- und her gedreht, um sie überall möglichst gleichförmig zu bearbeiten, so dass sie eine fast cubische Gestalt erhält. Bei dieser ersten Bearbeitung der Luppe, welche man das Z ä n g e n derselben nennt, geht der Hammer, mit Ausnahme der ersten Schläge, so schnell, als möglich.

Die Luppe wird nun von einem andern Schmiede mit der Hauzange ergriffen und auf dem Ambose so umgekehrt, dass die im Heerde oben liegende Seite auf den Ambos zu liegen kommt und die im Heerde dem Boden zugekehrte der Hammerbahn zugewendet ist. Nachdem der erste Schmied die Luppenzange aus der Hand gelegt hat, nimmt er die Hauzange aus den Händen des zweiten und führt nun die Luppe so auf dem Ambose herum, dass sie von dem Hammer eine ganz ebene Oberfläche erlangt. Man nennt diese Arbeit das A b d r e h e n der Luppe. Darauf wird sie bei dem Ende, welches an der Form lag, gepackt, so dass der Hammerschmied die ganze Länge der Luppe vor sich hat; er schiebt sie so, dass das Gichtende mehrentheils unter den Hammer zu liegen kommt, worauf ein anderer das Setzeisen aufsetzt und das erste Stück von dem Gichtende abgehauen wird. Das Setzeisen wird nun in Wasser abgekühlt, die Luppe weiter vorgerückt und abermals ein Stück abgehauen, bis dass sie auf diese Weise in 4 bis 6 L u p p e n s t ü c k e oder S c h i r b e l zerhauen oder z e r s c h r o t e n wird, jenachdem die Luppe kleiner oder grösser war, oder jenachdem aus den Stücken stärkere oder schwächere Stäbe ausgeschmiedet werden sollen.

Sobald die Luppenstücke abgehauen sind, werden sie in's Feuer gebracht. Der zuletzt auf dem Ambose zurückgebliebene oder der Formschirbel wird sogleich etwas eben gemacht, und es werden seine Ecken abgestumpft, eine Arbeit, die auch nach und nach mit den andern Schirbeln ausgeführt wird; man nennt sie das A b r i c h t e n oder A b f a s s e n der Schirbel oder Luppenstücke. Ihr Zweck ist der, die durch das Zerschroten entstandenen dünnen Kanten und scharfen Ecken, welche bei'm Wärmen einen

bedeutenden Abbrand erleiden würden, fortzuschaffen, ferner den Stücken eine zum Fassen mit der Wärmzange bequemere Form zu geben, und damit sie im Feuer keinen so grossen Raum einnehmen.

Es folgt nun das Ausschmieden der Luppenstücke zu Stäben, wesshalb diese wieder weissglühend gemacht werden müssen. Es muss dieses Wärmen mit aller Vorsicht geschehen und die Schweisshitze nach den Umständen eingerichtet werden; denn die Schirbel müssen nicht allein in gehöriger Ordnung aufeinander folgen, sondern es muss auch die Hitze nach Erforderniss für jeden besonders eingerichtet werden.

Das Formstück war am Meisten abgekühlt, da es sogleich nach dem Abdrehen der Luppe abgerichtet ward, und es kann daher nicht zuerst ohne grössern Zeitverlust wieder weissglühend gemacht werden. Weil es aber aus sehr gutem Eisen besteht, oder wenigstens das garste Stück von der ganzen Luppe ist, so wird es über die Form gelegt, um sich nur nach und nach etwas zu erhitzen, ohne dem Winde ausgesetzt zu seyn. Das Gichtstück und das zunächst an demselben gewesene Mittelstück werden dagegen, als die rohesten, so in den Heerd gelegt, dass sie dem Winde etwas ausgesetzt sind.

Die zunächst am Formstücke befindlichen beiden Mittelstücke kommen zuerst zum eigentlichen Glühen. Sie werden mit den Wärmzangen gepackt, in einiger Entfernung von der Form in den Heerd gehalten und weissglühend gemacht. Jedoch erfordert, wie schon bemerkt, das Wärmen eine grosse Vorsicht; war die Luppe völlig gar, so müssen die Stücke durch Eintauchen in Schlacke gegen die Einwirkung der Gebläseluft geschützt werden, wogegen man, wenn es nicht völlig gar ist, den Wind mehr darauf einwirken lassen kann. Auch muss man die Zangen einige Mal umwenden, um die Stücke von allen Seiten zu erhitzen.

Durch gute saftige Schweisshitzen kann etwas roh gebliebenes Eisen vollkommen gar gemacht werden; es kann daher durch sorgfältiges Ausschweissen niemals an Güte verlieren, oft aber ungemein gewinnen.

Wenn das zunächst bei der Form im Heerde gewärmte Stück völlig weissglühend geworden ist, so wird die Zange herausgenommen, in Wasser abgekühlt und zwischen ihre Schenkel das Formstück gebracht, welches während des Wärmens dieser zwei Mittelstücke auf der Form lag. Es wird dann die hintere Wärmzange nach Vorn gerückt, und die letztere mit dem Formstücke nimmt die Stelle der ersteren Zange ein.

Ein zweckmässiger Process ist auch das sogenannte Ueberschweissen der Luppenstücke; ist nämlich das erste Stück oberflächlich schweisswarm, so bringt man es unter den Hammer und lässt denselben etwa 8 bis 12 Mal darauf fallen, wodurch ihre Oberfläche fest zusammengeschweisst wird. Ehe man aber die Stücke unter den Hammer bringt, wendet man sie im Schweisssande um, und um ihnen auch im Feuer eine glasige Decke zu geben, wirft man öfters zerschlagene Frischschlacke über die Kohlen und dreht die Stücke mehrmals um, damit nicht eine Seite vom Winde angegriffen werde.

Man giebt nun dem Stücke eine zweite Schweisshitze, fasst es mit der Stauchzange und reckt den Zagel daran, d. h., man schmiedet ihn zur Hälfte nach dem bestimmten Maasse aus. Die ausgereckte Stange wird in Wasser abgelöscht und mit dem noch daran befindlichen Kolben, oder der Hälfte des Luppenstücks, so lange fortge-

legt, bis alle Stücke der Reihe nach auf diese Weise bearbeitet, d. h., angezagelt sind. Das Gichtstück, welches, in der Regel, am Rohsten ist, bleibt bis zuletzt im Heerde.

In manchen Hütten werden diese einfachen Kolben, oder die angezagelten Luppenstücke bis zur folgenden Luppe weggelegt und bei'm Einschmelzen derselben erst vollends ausgeschmiedet, wogegen aber die Kolben von der vorhergehenden Luppe ganz ausgereckt werden müssen, sobald die Stücke der jetzt bearbeiteten Luppe angezagelt sind. In andern Frischhütten ist es dagegen eingeführt, die Stücke von jeder Luppe gänzlich auszuschmieden, und es ist diese Methode die vortheilhaftere, weil man die Hitze der Kolben sogleich benutzen kann, weniger Abgang hat und an Zeit erspart. Nur ist es dann nothwendig, die Zagel im Wasser abzulöschen, um die Kolben in's Feuer bringen zu können; da jedoch schlechtes, brüchiges Eisen dieses Ablöschen nicht gut aushält, so kann man auch unter diesen Umständen das Verfahren nicht gut wählen.

Wenn bei'm Wärmen und Schmieden nichts versehen wird und sonst keine Störungen bei'm Hammer u. s. w. vorfallen, so muss der Hammer vom Anschmieden des ersten Schirbels bis zum völligen Ausschmieden unaufhörlich fortgehen. Zu den Störungen gehören vorzüglich nasse Kohlen. Müssen diese genommen werden, so geht das Wärmen langsam, und es gehen viel Eisen, Zeit und Kohlen verloren.

Bei'm Schmieden selbst kommt viel auf das Augenmaass des Hammerschmiedes an; trifft er bei'm Auswerfen bald die gehörige Stärke, ohne oft auf der hohen Kante abschlichten zu dürfen, so kann er sich dadurch die Arbeit sehr verkürzen. Der Stab muss immer gerade gehalten und das Aufwerfen der Ecken soviel, als möglich, vermieden werden, wobei Vieles von der Stellung des Amboses abhängt, mit der die des Hammers übereinstimmt.

Sehr unrecht ist es, wenn nur immer zwei Seiten des Stabes die Schläge vom Hammer erhalten und der Stab nicht umgekehrt wird, um alle vier Seiten mit der Hammer- und Ambosbahn in Berührung zu bringen.

Das schnellere Ausrecken hängt theils von der Güte des Eisens, weit mehr aber noch von einer schmalen Hammerbahn, sowie von der Schwere des Hammers, ab.

Kann der Stab in einer Hitze nicht gänzlich ausgeschmiedet werden, weil er zu kalt wird, so muss vorn ein ganz kleiner Kolben stehen bleiben, dem man nur eine gelinde Hitze giebt, worauf alsdann das gänzliche Ausschmieden erfolgt. Hierdurch vermeidet man es auch, einen Stab über den kalten Wechsel zu schmieden, wodurch das Eisen spröde und rissig wird.

Das Ausschmieden während des Einschmelzens veranlasst oft eine Verzögerung des letztern. Der Frischer kann nämlich nicht eher aufbrechen, als bis er gänzlich ausgeschmiedet hat, und desshalb ist er zuweilen genöthigt, länger und mehr einzuschmelzen, als er gethan haben würde, wenn er sich nicht nach dem Ausschmieden richten müsste. — Muss alles Eisen nach bestimmten Maassen ausgeschmiedet werden, so ist mehr Zeit und eine grössere Aufmerksamkeit erforderlich, und es muss daher das Abschlichten möglichst verkürzt werden. Die normale Belegung eines deutschen Frischfeuers geschieht durch einen Meister, drei Frischer, Hammerschmiede oder Knechte und einen Lehrburschen. Weniger oder mehr Arbeiter sind unzweckmässig. Gewöhnlich arbeitet der Meister mit den Frischern in der Reihe, besorgt die Feuerstellung und

erhält das Hammergerüst gemeinschaftlich mit den Frischern im Stande, wogegen er auch gegen diese einen etwas höhern Lohn hat.

Wir haben bereits bemerkt, dass das Wärmen des Eisens im Heerde die Frischarbeit sehr aufhalte. Wir machen die Hüttenleute auf diesen sehr wichtigen Punct aufmerksam, indem es sehr wesentlich ist, dass diese schädliche Methode durch das Wärmen in Oefen, welche mit der entweichenden Flamme gefeuert werden, ersetzt werde; es muss dabei vorausgesetzt werden, dass das Zängen mit wirksamen Hämmern geschehe.

Die Art und Weise des Ausschmiedens eines Eisenstabes übt auf seine Textur folgenden wesentlichen Einfluss aus:

1) Das fadigste Eisen, selbst wenn es 1 Zoll und mehr stark ist, verliert, wenn man es der Längenrichtung nach auf den Ambos legt, nach 10 bis 15 Hammerschlägen, die es kalt oder im ersten Grade der Rothglühhitze erhält, alles Fadige. Es wird durch ein solches Verfahren sehr spröde und brüchig. Es erhält das Korn wieder, welches seiner Beschaffenheit zukommt, ohne eine Spur von Faden auf dem Bruche zu zeigen; dieses Korn, welches etwas feiner und weisser ist, als es gewesen seyn würde, wenn man das Eisen nicht kalt geschmiedet hätte, ist sehr schön, wenn der Faden hell ist, und es hat Flächen, wenn der Faden kurz und schwärzlich ist.

2) Kalt geschmiedetes Eisen erhält den Faden wieder, wenn man es schwach rothglühend macht, wenn man es, quer über den Ambos gelegt, ausreckt; es verliert ihn aber von Neuem, wenn man den Stab zum Abschlichten der Länge nach auf den Ambos legt.

3) Kalt geschmiedetes Eisen erhält seinen verlornen Faden zum Theil wieder, wenn man es stark rothglühend macht; in einer geringern Temperatur wird es bei Weitem weniger fadig.

4) Mittelmässiges Eisen kann fadig werden, wenn man es entweder kalt, oder bei den ersten Graden der Rothglühhitze, der Quere nach mit einem Hammer von schmaler Bahn und mit schmalem Ambose ausreckt; es verliert aber seinen Faden, wenn man den Stab abschlichtet und wird alsdann so spröde, dass es bei'm Umbiegen sogleich zerbricht.

Es folgt hieraus, dass es unmöglich ist, kalt ausgerecktem Eisen eine fadige Textur zu ertheilen, da die Stäbe immer abgeschlichtet werden müssen; ferner, dass durch ein solches Verfahren das beste Eisen so spröde ist, wie gehärteter Stahl und weit zerbrechlicher, als mürbes Eisen gemacht werden kann; ferner, dass man die Entstehung des Fadens begünstigt, wenn man das Eisen unter einem Hammer mit schmaler Bahn ausreckt; endlich, dass man die Beschaffenheit des Stabeisens durch das Ansehen seines Bruches, sowie durch die Schwierigkeit, mit welcher es zerbrochen werden kann, zu beurtheilen im Stande ist. Die grössere oder geringere Haltbarkeit des Eisens hängt aber auch von vielen andern Umständen ab, so von der grössern oder geringern Stabilität des Amboses.

Bei der hochburgundischen Frischmethode, die wir als eine verbesserte Abänderung der deutschen anerkennen müssen und die, wie bemerkt, in vielen Provinzen Frankreichs, sowie auch in Belgien, in Anwendung steht, wird die Luppe in zwei Schirbel zerschroten, von denen man den einen sogleich in's Feuer zurückbringt, während man den andern einige Minuten lang abrichtet, um ihn darauf ebenfalls in das Feuer und neben den andern zu legen. Dieser ganze Process dauert etwa 8

oder 10 Minuten, bei einer Luppe von 50 bis 60 Kilogrammen, die unter einem Hammer von 400 Kil., der 100 bis 120 Schläge in der Minute macht, bearbeitet wird.

Das erste Luppenstück wird zwischen die Roheisengans und die Form in das Feuer gebracht und gewendet; nach 15 Minuten bringt man es mit einer andern Zange unter den Hammer und zagelt es an, welche Operation bei groben Stabeisensorten etwa 7 oder 8 Minuten dauert, während dem man den Hammer mit seiner ganzen Geschwindigkeit gehen lässt; nähert sich aber der Stab den Dimensionen, welche er bekommen soll, so vermindert man die Geschwindigkeit bis auf 80 oder 50 Schläge. Der Zagel wird nun abgelöscht, der Kolben in's Feuer zurückgebracht und das zweite Luppenstück angezagelt. — Der Kolben wird 15 Minuten lang gewärmt und in 5 oder 6 Minuten ausgeschmiedet. Bei'm Abschlichten der Stäbe geht der Hammer langsam; zum Ausschmieden der Luppenstücke sind im Ganzen 30 bis 37 Minuten erforderlich.

Bei der Methode der Champagne wird die im Durchschnitte 50 Kilometer wiegende Luppe nicht zerschroten; man dreht sie zu einem Stück (Renard genannt) ab, welches man anzagelt, an dem angezagelten Ende einen kleinen, und an dem andern einen grossen Kolben stehen lässt. Der kleine Kolben, welcher viel stärker, als bei der vorhergehenden Methode ist, wird darauf ausgeschmiedet, allein das Wärmen und Ausschmieden des grossen Kolbens erfolgt erst bei'm nächsten Processe. Die angewendeten Hämmer wiegen 300 bis 360 Kilogramm und machen 120 bis 140 Schläge in der Minute; jedes Feuer muss mit einem Hammer versehen seyn, weil das Verfrischen des halbirten Roheisens sehr rasch vor sich geht.

Bei der burgundischen Methode macht man nur ein einziges Luppenstück, welches man anzagelt, einen kleinen und einen grossen Kolben daran stehen lässt, von denen der letztere erst bei der folgenden Operation, und die kleinen erst bei derjenigen vollendet wird, die auf die folgende kommt. Man schmiedet daher bei jedem Frischprocesse das Eisen von drei verschiedenen Luppen aus. Die Hämmer wiegen 350 bis 400 Kil. und machen bis 60 Schläge in der Minute; obgleich die Luppen nur 25 Kil. schwer sind, ist doch zu jedem Feuer 1 Hammerwerk erforderlich, indem das Verfrischen des in den burgundischen Feuern bearbeiteten weissen Roheisens sehr schnell erfolgt.

Production und Materialverbrauch.

Classificirung des geschmiedeten Eisens. — Das unter dem grossen Hammer fabricirte Eisen wird im Allgemeinen Stabeisen genannt und lässt sich in 3 Classen theilen:

1) Starke oder grobe Eisensorten, welche umfassen:
Flacheisen von 0,06 bis 0,15 Meter Breite und 0,010 bis 0,020 Stärke;
Reifeisen von 0,06 bis 0,08 Meter gegen 0,015 bis 0,030;
Hufeisenstäbe von 0,035 bis 0,040 Meter gegen 0,014 bis 0,016;
Quadrateisen von 0,025 bis 0,06 Meter.

2) Mittlere Eisensorten:
Flacheisen von 0,04 bis 0,06 Meter gegen 0,008 bis 0,012 Meter;
Reifeisen von 0,054 bis 0,070 Meter gegen 0,010 bis 0,015 Meter;
Hufeisenstäbe von 0,030 bis 0,035 Meter gegen 0,010 bis 0,015 Meter;
Quadrateisen von 0,020 bis 0,025 Meter.

3) Schwache Eisensorten:

Flacheisen von 0,30 bis 0,40 Meter gegen 0,007 bis 0,009 Meter;
Hufeisenstäbe von 0,025 bis 0,030 Meter gegen 0,008 bis 0,012 Meter;
Quadrateisen von 0,015 bis 0,020 Meter.

Die schwachen Eisensorten, und besonders das schwache Quadrateisen, lassen sich nur sehr schlecht unter einem 400 Kil. schweren Hammer ausschmieden; es muss diess mit Hämmern von höchstens 250 bis 300 Kil. Schwere, die 140 bis 160 Schläge in der Minute machen, geschehen.

Das Verfrischen mit Holz und das Verschmieden geben selten fadiges Eisen; es wird auf diese Weise hauptsächlich vortreffliches körniges Eisen producirt, welches zur Wagnerarbeit und zur Drahtfabrication ausserordentlich gesucht ist.

Die Gewohnheit der Hammerschmiede, die Stäbe nach dem Anzageln in Wasser abzulöschen, giebt oft Veranlassung, dass die Stäbe von ungleichförmiger Beschaffenheit sind; wenn demnach das Eisen etwas stahlartig ist, so wird der in's Wasser gesteckte Theil des Stabes gehärtet und wird härter, als der andere Theil, oder das andere Ende. In diesem Falle muss man das Ablöschen unterlassen, oder man muss die Stäbe, ehe sie in den Handel kommen, wieder wärmen.

Die gewöhnlichsten Fehler des geschmiedeten Eisens sind Schiefern, Aschlöcher, Kantenrisse und Hartborsten; allein es ersetzt diese Unvollkommenheiten durch seine Reinheit, dichte Textur und Festigkeit.

Verbrauchte Triebkraft. — Die Grösse der durch die Fabrication einer Tonne Schmiedeeisen absorbirten Triebkraft ist nach den schon festgestellten Daten leicht zu schätzen. Gehen wir davon aus, dass man zur Anfertigung einer Luppe von 50 Kil. 100 Minuten bedarf und 35 Minuten, um sie zu Stabeisen von mittlern Dimensionen auszuschmieden, so gelangt man zu den folgenden Resultaten:

1) Mit den alten Apparaten erfordert das Gebläse des Feuers ohngefähr 2 wirkliche oder 6 theoretische Pferdekräfte, d. h., 46 Kilogrammmeter in der Secunde, oder 27 Dynamien in der Minute, und folglich 54000 Dynamien auf die Tonne; der angewendete Hammer im Durchschnitte 10 wirkliche Pferdekräfte, und da die schlechten unterschlächtigen Räder nur 16 bis 17 Procent geben, so muss die verbrauchte Kraft zu 60 Pferden oder zu 4,5 Dynamien gerechnet werden; zu einer Arbeit von 35 Minuten wird man verbrauchen $4{,}5 \times 60 \times 35 = 9450$ Dynamien, d. h., 189000 Dynamien auf die Tonne und im Ganzen:

$$54000 + 189000 = 243000 \text{ Dynamien.}$$

2) Mit vollkommnern Maschinen absorbirt das Gebläse 1 wirkliche und 2 theoretische Pferdekräfte in der Secunde; demnach in 400 Minuten: 0,150 Dynamien $\times 60 \times 100 = 900$ Dynamien, oder 18000 Dynamien auf die Tonne. Der von einem guten Wasserrade betriebene Hammer verbraucht 18 Pferdekräfte = 1,350 Dynamien, oder für 35 Minuten $1{,}35 \times 60 \times 35 = 2835$, oder 56700 Dynamien auf die Tonne; man hat daher im Ganzen:

18000 + 56700 = 74700 Dynamien, oder ungefähr ein Dritten von dem, was man mit den alten Apparaten verbraucht.

Berücksichtigt man bloss das, was man dazu verbraucht, um die Luppe in Kolben zu verwandeln, so erhält man

	Mit den alten,	mit den neuen Apparaten.
Betrieb des Gebläses	54000	18000
Betrieb des Hammers 10 Minuten lang	54000	16200
Summa	108000	34200

Nehmen wir nun nach den im 3. Theile dieses Werks mitgetheilten Daten an, dass man zur Fabrication einer Tonne Holzkohlen-Roheisen verbraucht:

Mit den alten Apparaten 34300
Mit den neuen — 19400

und wenn man zu 1 Tonne Stabeisen im Durchschnitte 1330 Kil. Roheisen annimmt, so erhält man

	Alte Apparate.		Neue Apparate.	
	Kolbeneisen.	Fertiges Stabeisen.	Kolbeneisen.	Fertiges Stabeisen.
Für das Roheisen . .	45730	45730	25860	25860
Für das Stabeisen . .	108000	243000	34200	74700
Summa in Dynamien auf die Tonne Stabeisen . .	153730	288730	60060	100560

Productionskosten. — Die Productionskosten sind ganz natürlich nach den Localitäten, sowie nach der angewendeten Frischmethode sehr verschieden; wir können hier nur einige Beispiele von französischen Hütten mittheilen, sowie sie in dem Werke von Flachat etc. aufgeführt sind.

1) In Hochburgund, wo man graues Roheisen verfrischt, betragen die Productionskosten für eine Tonne Stabeisen von mittlerer Stärke, in einem Frischfeuer, welches jährlich 170 Tonnen producirt:

Roheisen, 1350 Kil. à 195,04 Franken . . .	263,30 Fr.
Kohlen 7 Cub. Met. à 20,05 Fr.	140,35 —
Arbeitslöhne	21,50 —
Für das Wassergefälle (2500 Fr. jährl.) . . .	14,70 —
Interessen vom Betriebscapital: 30,000 Fr. auf das Feuer mit 6 Procent = 1800 Fr.	10,58 —
Verwaltung, Reparaturen, Abgaben etc. . . .	34,72 —
In Summa	485,15 Fr.

2) In der Champagne, wo man in einem Feuer, mit halbirtem Roheisen 190 Tonnen jährlich producirt, betragen die Productionskosten auf die Tonne Stabeisen:

Roheisen, 1380 Kil. à 167,46 Fr.	231,09 Fr.
Kohlen, 685 Cub. Met. à 20,43 Fr.	139,95 —
Arbeitslöhne	19,00 —
Wassergefälle (1800 Fr. jährl.)	9,47 —
Interessen vom Betriebscapital, 30000 Fr. à 6 Procent = 1800 Fr.	9,47 —
Verwaltungs- und andere Kosten	26,06 —
Summa	435,04 Fr.

3) In Burgund, wo man weisses Roheisen verfrischt, beträgt der Productionspreis für Stabeisen von mittlern Dimensionen, bei einer gehörigen Production von 210 Tonnen, auf die Tonne:

Roheisen 14000 Kil. à 158,39 Fr.	221,74 Fr.
Kohlen, 6,34 Cub. Met. à 15,46 Fr. . . .	98,02 —
Arbeitslöhne	16,70 —
Wassergefälle (1800 Fr. jährlich)	8,57 —
Interessen (25000 Fr. à 6 Proc. = 1500 Fr.) .	7,14 —
Verwaltungs- und andere Kosten	29,29 —
Summa	381,46 Fr.

4) In den Ardennen beträgt der Productionspreis für 1 Tonne Eisen in einem Feuer, was jährlich 200 Tonnen producirt:

Roheisen 1400 Kil. à 165 Fr.	231,00 Fr.
Kohlen 1400 Kil. à 75 Fr.	105,00 —
Arbeitslöhne	27,00 —
Verwaltungs- und Bureaukosten (300 Fr. jährl.) .	1,50 —
Abgaben, Reparaturen etc.	5,00 —
Betriebscapital auf die Tonne	369,50 Fr.
Interessen zu 5 Procent	18,48 —
Interessen von einem Capital von 20000 Fr. zu 5 Procent	5,00 —
Ganze Summe	392,98 Fr.

Obgleich die obigen Data nur auf wenige Hütten anwendbar seyn dürften, so erreichen sie doch ihren Zweck, indem sie uns nachweisen, wie die Productionskosten-Berechnungen für geschmiedetes Eisen aufgestellt werden müssen und es wird daher leicht seyn, — indem man sich auf diejenigen Verbrauchszahlen bezieht, die wir bei dem Betriebe mit erhitzter Luft, mit gedörrtem und mit rohem Holze mitgetheilt haben — die Productionskosten unter diesen verschiedenen Umständen zu berechnen.

Wenn das gefrischte Eisen nicht in fertige Stäbe, sondern nur in Kolben verwandelt wird, welche alsdann mit einem Walzwerke zu Stäben ausgestreckt werden, so werden die Kosten etwa um ein Drittel vermindert. Behält man demnach die Data von Nr. 1, von der hochburgundischen Hütte, bei und nimmt an, dass sie mit erhitzter Luft und mit getrocknetem Holze betrieben werden, so lässt sich der Productionspreis von 1 Tonne Kolben auf folgende Weise berechnen:

Roheisen, 1200 Kil. à 195,00 Fr.		234,00 Fr.
Getrocknetes Holz 8 Cub. Met. aus 10,66 Cub. Met. grünem Holze	61,30 Fr.	87,41 —
Transport des Holzes, 16 Kilometer weit à 0,10 Fr. für das Kilometer und auf das Cub. Met. .	12,79 —	
Für das Aufklaftern à Cub. Met. 0,05 Fr. .	0,53 —	
Für das Trocknen, Schneiden etc. à 1,20 Fr. .	12,79 —	
Arbeitslöhne		14,00 —
Gefälle, Interessen und Verwaltungskosten, wie bei Nr. 1 . .		60,00 —
Summa		395,41 Fr.

Mit einem Kostenaufwande von höchstens 7 Franken kann man diese Kolben zu verkäuflichem Eisen ausstrecken, und der ganze Productionspreis würde alsdann 402,42 Fr. statt der oben angegebenen 485,15 Fr. betragen. Man sieht demnach, welchen Einfluss die Anwendung guter Betriebsmethoden auf die Verminderung des Productionspreises von dem geschmiedeten Eisen hat.

Mit dem Reckhammer ausgeschmiedete Eisensorten.

Die Eisensorten, welche gewöhnlich unter den Reck- und Schwanzhämmern in Kaufmannswaare verwandelt werden, sind Flach- oder Bandeisen von 0,015 bis 0,035 Meter Breite und 0,004 bis 0,007 Meter Stärke; Quadrateisen von 0,008 bis 0,015 Meter; Zain- oder Krauseisen (Quadrateisen, dessen Flächen den Eindruck von den Hammerschlägen behalten) und Rundeisen von 0,007 bis 0,030 Meter. Mit schweren Schwanzhämmern kann man aber auch bei Weitem stärkere Eisensorten, als die angeführten, ausstrecken; es ist diess ein sehr zweckmässiges Verfahren, weil alsdann die Frischarbeit nicht durch das Ausschmieden aufgehalten wird.

Die unter dem Reckhammer ausgeschmiedeten Eisensorten wurden vorher sämmtlich unter dem grossen Hammer aus dem Groben geschmiedet, gewöhnlich zu starkem Quadrateisen, zu sogenannten Kolben. Sie können in einem besondern Glühfeuer oder Glühofen gewärmt werden, allein die wenigsten Kosten verursacht es, wenn man dazu einen Glühofen benutzt, der mit der aus den Frischfeuern entweichenden Flamme gefeuert wird.

Betrieb und Production. — Ein Reckhammer wird gewöhnlich von dem Schmiede und seinem Gehülfen bedient; das hauptsächlichste Geschäft des letztern ist es, das Wärmen der Stäbe zu besorgen und sie dem Schmiede zu übergeben, welcher sich nicht von seinem Platze bewegt, und demselben die gewärmten Kolben zum Ausrecken zu übergeben, sobald sie den erforderlichen Temperaturgrad erreicht haben. Dieses Ausrecken erfolgt gewöhnlich in drei Hitzen und beginnt von der Mitte des Stabes. Bei'm Schmieden des Rundeisens werden zuvörderst die Kanten unter einem Hammer mit gewöhnlicher Bahn weggenommen, und das Eisen wird alsdann in Gesenken vollendet. Das Ausschmieden der übrigen Eisensorten hat keine Schwierigkeiten.

Ein gut betriebener Reckhammer vollendet 12- bis 1500 Kil. Eisen in 12 Stunde und oft noch mehr. Der Abgang beträgt bei Rundeisen 2 bis 3 Procent und bei den übrigen Sorten, besonders bei Quadrat- und Bandeisen, 4 bis 5 Procent.

Ein geschickter Zainschmied kann 4 bis 5 Franken in der Schicht verdienen, gewöhnlich wird er nach dem Gewichte bezahlt, indem man ihm alle Reparaturen des Hammers, die Anfertigung der Gesenke, das Lohnen seiner Gehülfen und das Einbinden des fabricirten Eisens in Bunde von gewisser Gewichtsmenge überlässt.

Die Zukunft der Hütten, welche nach der hier angegebenen Methode betrieben werden, ist auf die Zeit begränzt, in welcher sie wohlfeilere Steinkohlen bekommen können, als jetzt. Offenbar werden die meisten dieser Hütten, oder wenigstens alle diejenigen, denen hinreichende Capitalien zu Gebote stehen, es alsdann weit mehr in ihrem Interesse finden, das jetzige Ausschmieden mit einem Ausstrecken zwischen Walzen und das Wärmen mit Holzkohlen durch das mit Steinkohlen zu ersetzen. Das langsame Verfahren bei'm Schmieden beschränkt die Production und hindert sie, dem Eisen die Formen zu geben, bei denen sie im Handel besser bezahlt werden. Einige von diesen Hütten, welche

eine günstige Lage in Beziehung zu den Waldungen haben, werden die Frischprocesse mit Holz und bei zweckmässig angebrachten Verbesserungen beibehalten können; die übrigen müssen dieses Verfahren aufgeben und dasselbe durch den Puddelprocess ersetzen. Ueberhaupt wird es zweckmässig seyn, das vorhandene Holz zur Darstellung des Roheisens zu bewahren und das Heerdfrischen überall durch den Puddelprocess zu ersetzen.

Gepuddeltes und unter dem Hammer ausgerecktes Eisen. (Gemischte oder Champagneser Methode).

Die bei dieser Methode angewendeten Apparate sind:

1) Der Puddelofen mit zwei Arbeitsthüren, von welchen wir schon geredet haben.

2) Die Aufwerfhämmer, von 350 bis 400 Kil. Schwere, welche man zum Ausschmieden des in Heerden gefrischten Eisens anwendet.

3) Ein Wärmheerd (siehe Taf. 4, Theil 2).

Diese Schweissheerde oder Wärmfeuer bestehen aus einer Feuergrube, welche den bei den Frischfeuern angewendeten ähnlich ist; es führt ihnen eine Form Wind zu, und sie werden mit den reinsten Steinkohlen gefeuert, wie man sie sich nur verschaffen kann. Da die in einer Stunde verbrauchte Brennmaterialienmenge ohngefähr 60 bis 80 Kil. beträgt, so muss sich die eingeführte Luftmenge auf ohngefähr 4—6 Cubikmeter in der Minute belaufen; die Pressung dieses Windes kann 0,02 bis 0,04 Met. Quecksilber betragen.

Diese Schweissfeuer dienen zum Wärmen der Luppenstücke oder Schirbel, welche aus dem Puddelofen kommen und unter dem Hammer gezängt worden sind. Man bringt diese Schirbel so in den Heerd, dass sie nach und nach schweisswarm werden; ist er daher mit Steinkohlen auch angefüllt, so wird derjenige Schirbel, welcher zuerst ausgeschmiedet werden soll, etwas über die Form gelegt und mit Steinkohlen bedeckt, während die andern Schirbel auf eine Art von eisernem Rost, der länger als die Feuergrube ist, über dem Feuer erhalten werden. Sobald man einen Schirbel unter den Hammer bringt, legt man an seine Stelle einen andern; die Kolben und kleinen Kolben werden wie bei den gewöhnlichen Frischfeuern gewärmt.

Der grösste Nachtheil der Wärmfeuer ist der, dass das Eisen in denselben in unmittelbarer Berührung mit der Steinkohle steht, wodurch es, da dieselbe stets mehr oder weniger schwefelhaltig ist, verschlechtert wird. Ohne Zweifel würde diesem Uebelstande dadurch abgeholfen werden können, dass man die Coaks statt Steinkohlen anwendet, sowie statt der Schweissheerde zweckmässig eingerichtete Glühöfen.

In einigen Hütten ist das Feuer mit einem Gewölbe bedeckt und mit einem kleinen Ofen versehen, in welchem man die Schirbel, ehe man sie in den Schweissheerd wirft, vorwärmt; es wird zwar durch diese Einrichtung an Brennmaterial erspart, allein die Qualität des Eisens bleibt dieselbe.

Production und Brennmaterialverbrauch. — Das durch die Frischmethode der Champagne verfrischte Roheisen ist halbirtes von sehr mittelmässiger Qualität, welches bei'm Heerdfrischen nur ein schlechtes Product geben würde, im Puddelofen wenigstens ein mittelmässiges liefert.

Ein Ofen, der etwa 3600 Kil. Schirbel täglich liefert, erfordert wenigstens ein Wärmfeuer und einen grossen Hammer; betreibt man 2 Oefen und 2 Wärmfeuer, so ist es zweckmässig, 2 Hämmer von verschiedener Kraft anzuwenden, den einen mit einer breiten Bahn und 6- bis 800 Kil. schwer, welcher nur zum Zängen der Luppen angewendet wird, der andere nur von einem Gewichte von 3- bis 400 Kilogramm, der hauptsächlich zum Ausrecken der Schirbel bestimmt ist.

Das Zängen und Ausschmieden geschieht auf dieselbe Weise, wie bei dem Heerdfrischen; allein man fertigt weit mehr grobe, als feinere Stabeisensorten an, da die im Allgemeinen sehr mittelmässige Qualität des Eisens zu den letztern nicht tauglich ist.

Der Steinkohlenverbrauch auf die Tonne fertiges Eisen ist nach dessen Qualität sehr verschieden; in einigen Hütten verbraucht man oft nur 520 bis 530 Kilogramm auf die Tonne Schirbel und 550 bis 560 Kil. auf die Tonne fertig geschmiedetes Eisen, d. h. im Ganzen, und wenn man den Abgang berücksichtigt, 1100 bis 1150 Kil. Steinkohlen auf die Tonne Stabeisen; allein man verbraucht im Allgemeinen mehr.

Der hauptsächlichste Abgang findet in den Schweissheerden statt, in denen stets sehr viel Schlacken vorhanden sind; im Allgemeinen rechnet man auf die Tonne fertiges Eisen 13- bis 1400 Kil. Roheisen.

Productionskosten. — Die Productionskosten der Schirbel lassen sich auf folgende Weiste feststellen:

Roheisen 1125 Kil. à 165 Fr. die Tonne	185,65 Fr.
Steinkohlen 600 Kil. à 50 Fr. die Tonne	30,00 —
Arbeitslöhne	11,00 —
Unterhaltungskosten der Oefen und der Gezähe	3,00 —
Verwaltungskosten (etwa 300 Fr. auf 600 Tonnen)	0,50 —
Productionskosten für die Tonne Schirbel	230,15 Fr.

Productionskosten des vollendeten Eisens:

Schirbel, 250 Kil. à 230,15 Fr. die Tonne	287,68 Fr.
Steinkohlen, 600 Kil. à 50 Fr. die Tonne	30,00 —
Arbeitslöhne	10,00 —
Verwaltungskosten	0,50 —
Unterhaltung der Hämmer, Wärmfeuer etc.	4,00 —
Betriebscapital	332,18 Fr.
Interessen von diesem Capital à 6 Procent	19,93 —
Interessen von einem Capital von 40000 Fr. à 6 Procent = 2400 Fr. auf 600 Tonnen	4,00 —
Ganzer Productionspreis für die Tonne	356,11 Fr.

Bei diesen Ansätzen ist der Preis des Roheisens sehr hoch, der Preis der Steinkohlen dagegen aber so niedrig gerechnet worden, als sie nur in der ganzen Provinz angeschafft werden können.

Wir glauben nicht an die Zukunft dieser Betriebsmethode, allein es ist gewiss, dass sie als Uebergangsmittel für jetzt sehr zweckmässig ist, da sie vielen Hütten, die eine schlechte Lage haben, und denen es an Mitteln fehlt, noch in Concurrenz zu treten gestatten. Auch wird dadurch der Holzverbrauch vermindert, was von einem wesentlichen Einflusse auf andere Hütten ist. Die Champagneser Methode wird in den

Provinzen, wo sie jetzt in Gebrauch steht, noch lange angewendet werden; sie wird nur langsam und nur dann verschwinden, wenn die Verminderung der Steinkohlenpreise die Einrichtung grosser Walzhütten gestatten wird, die so im Grossen betrieben werden, dass sie zu eben so niedrigen Preisen sehr verschiedenartig geformtes und besseres Eisen liefern können.

Mit dem Hammer gegerbtes oder zusammengeschweisstes Eisen.

Die grosse Entwickelung, welche in England der Maschinenbau, und besonders der der Locomotiven und Dampfschiffe genommen hat, hat Veranlassung zur Entstehung mehrerer Hütten gegeben, die sich ausschliesslich mit dem Ausschmieden grosser Eisenstücke beschäftigen. Wir wollen hier Einiges über das angewendete Verfahren und über die Apparate sagen.

Von dem Gerben oder Zusammenschweissen. — Wir sahen weiter oben, dass das Gewicht der Luppen aus den Frischfeuern höchstens 150 Kil., häufig aber nur 60 bis 70 Kil. beträgt, dass die aus den Puddelöfen kommenden aber nur 40 bis 45 Kil. schwer sind. Wenn man daher stärkere und schwerere Stücke nöthig hat, so muss man die Producte von mehrern Processen auf solche Weise vereinigen, dass sie eine einzige Masse bilden, die sich ebenso verhält, als wenn sie auf einmal gefrischt worden wäre. Dieser Process wird dadurch bewerkstelligt, dass man eine gewisse Anzahl von flachen oder Quadratstäben, welche dazu vorbereitet sind, zu einem Bündel von erforderlicher Stärke und Länge, zu einem sogenannten Paket vereinigt und alle dessen Theile fest zusammenschweisst; man nennt dieses Verfahren das Gerben oder Zusammenschweissen.

Das Gerben kann auch mit dem Walzwerke bewerkstelligt werden, wenn die Stücke nur geringe Dimensionen haben, und wenn sie gehörig ausgestreckt werden müssen; allein bei solchen, deren Gewicht 150 bis 200 Kil. übersteigt, wird der Gebrauch der Hämmer fast unerlässlich, und das Ausschmieden solcher Stücke ist um so zweckmässiger, da das Schweissen unter dem Einflusse von Stössen stets besser erfolgt, als bei einem einfachen Zusammendrücken. Ausserdem erfordert die Walzarbeit eine gleichzeitige und gleichartige Schweisshitze für das ganze Stück, welches sehr schwierig ist, wenn es eine bedeutende Länge hat, während man bei'm Schmieden die einzelnen Theile desselben nach und nach schweisswarm machen kann, so dass man nach und nach auf eine sichere Weise zum Schweissen des Ganzen gelangt.

Angewendete Apparate.

Die zur Anfertigung grosser, zusammengeschweisster Eisenstücke erforderlichen Apparate sind die folgenden:

1) Wärmapparate;
2) Apparate zur Handhabung der Stücke;
3) Hämmer.

Wärmapparate. — Diese sind zweierlei Art: Oefen und gewöhnliche Schmiedefeuer.

Die angewendeten Oefen sind sämmtlich mit Steinkohlen gefeuerte Flammöfen, von der Art der sogenannten Schweissöfen, von denen wir in dem nächsten Kapitel

eine vollständige Beschreibung geben werden. Sie haben fast dieselbe Gestalt, als die Puddelöfen, von denen wir weiter oben geredet haben; allein sie haben im Allgemeinen eine grössere innere Höhe und müssen in allen Fällen, sowohl in Beziehung auf die Rost-, als auch auf die Heerdoberfläche, im Verhältnisse zu den Dimensionen der Stücke stehen, welche sie aufnehmen müssen. Die Pakete kommen stets der Quere nach in den Ofen, damit sie gleichförmig erwärmt werden; übersteigt ihre Länge die Breite des Ofens, welche gewöhnlich 1,20 bis 1,50 Meter beträgt, nicht viel, so wendet man nur Oefen mit einer Thür an, in welchen man erst die eine und dann die andere Hälfte des Stücks ausschweisst. Ist aber die Länge bedeutender, und muss man die Mitte eines langen Stücks ausschweissen, so muss man Oefen mit zwei einander gegenüberstehenden Thüren anwenden, so dass die Enden aus diesen Thüren hervorstehen, während der mittlere Theil nach der ganzen Breite des Heerdes der Einwirkung des Feuers ausgesetzt ist. Die Länge, bis auf welche das Stück schweisswarm gemacht wird, steht im Verhältnisse zu der Kraft des Hammers; offenbar kann man mit kräftigen Apparaten eine sehr ausgedehnte Schweisshitze geben und folglich sehr breite Oefen anwenden, während man mit schwachen Hämmern eine solche Einrichtung treffen muss, nur genau einen solchen Theil des Ganzen zu wärmen, dessen Schweisshitze man gehörig benutzen kann, zu welchem Ende man schmälere Oefen anwendet, als in dem vorhergehenden Falle.

Die innere Höhe der Oefen, sowie die Höhe der Feuerbrücke über der Sohle, hängen von der Stärke der Pakete ab, wenn man das Brennmaterial gehörig benutzen und das Eisen nicht verderben will. In einem zu niedrigen und mit einer zu niedrigen Feuerbrücke versehenen Ofen ist das Stück der Flamme unmittelbar ausgesetzt und kann daher in einer zu hohen Temperatur verbrennen. Im entgegengesetzten Falle ist das Eisen von dem Gewölbe zu entfernt und benutzt nur einen geringen Theil von der Wärme, welche es reflectirt. Man muss daher stets einen mittlern Grad zwischen beiden Extremen anzunehmen suchen und die Oefen stets nach der Stärke der Stücke, welche sie aufnehmen müssen, einrichten. Diejenige Bedingung, an welche man stets die grösste Wichtigkeit knüpfen muss, besteht darin, den Rost stets mit Steinkohlen gefüllt zu erhalten, damit er nur wenig unverbrannte Luft hindurchlasse.

In einigen französischen Hütten dieser Art wendet man keine Oefen an, sondern das Ausschweissen erfolgt in einfachen Schmiedeessen, denen eine gehörige Windmenge zugeführt wird, und die man mit Backkohlen speis't, so dass sie ein Gewölbe über dem Eisen bilden. Sind die Steinkohlen zu schlecht und zu schwefelkieshaltig, oder backen sie nicht genug, so kann man Coaks anwenden. Man muss aber alsdann das Feuer mit einem kleinen Gemäuer von Ziegelsteinen umgeben und es mit einem Gewölbe von derselben Beschaffenheit bedecken. Das Schmiedefeuer wird alsdann eine Art Ofen, dem Gebläseluft zugeführt wird, und in welchem das Eisen in unmittelbarer Berührung mit dem Brennmateriale steht. Heerde dieser Art werden auch in dem Seearsenale zu Woolwich bei London angewendet.

Das Ausschweissen in einem einfachen Schmiedefeuer ist eine langsame Methode, indem das Stück nur auf eine geringe Länge auf einmal erwärmt werden kann, und weil man es, um es vollständig auszuschweissen, wiederholt in das Feuer zurückbringen muss. Es ist ein solches Verfahren zulässig, wenn die Schmiedeapparate nicht hinlängliche Wirksamkeit haben, so dass eine ausgedehnte Schweissung keinen Nutzen hat. Wenn aber dagegen die Schmiedeapparate sehr wirksam sind, so kann man sie

nicht zweckmässig und hinlänglich rasch betreiben, als wenn man Schweissöfen von hinlänglicher Breite anwendet. Bei sehr verschiedenartigen Arbeiten muss eine Hütte Oefen und Schmiedeessen haben; der erstern bedient man sich zu starken und ausgedehnten Schweissungen und der zweiten für solche, die nur auf der Oberfläche und auf eine geringe Länge wirksam seyn sollen.

Die Anzahl der Oefen für einen Hammer hängt gänzlich von der Zeit ab, welche dazu erforderlich ist, eine Schweisshitze zu geben, und ist folglich mit den Dimensionen der zu bearbeitenden Stücke verschieden. Stücke von mittlerer Grösse und Stärke bringen gewöhnlich 2 bis $2\frac{1}{2}$ Stunde in dem Ofen zu und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden unter dem Hammer; stärkere werden erst in 4 oder 5 Stunden schweisswarm, und oft bedürfen sie zur ersten Hitze einer noch längern Zeit. Man sieht demnach, dass ein guter Hammer wenigstens 2 und unter vielen Umständen auch 3 Oefen bedienen kann.

Das Handhaben der Stücke. — Die unerlässlichsten Apparate, um grosse auszuschmiedende Stücke handhaben und gehörig bewegen zu können, sind Krahne, die eine solche Einrichtung haben, dass sie den Transport der Stücke von dem Ofen zum Ambos, und umgekehrt, leicht zu bewerkstelligen vermögen. Zur Vermeidung jedes Zeitverlustes bringt man den Ofen stets sehr nahe beim Hammer an, und ein und derselbe Krahn bedient sie beide zu gleicher Zeit. Die anzuwendenden Krahne haben eine Kraft, welche mit dem Gewichte der gewöhnlich auszuschmiedenden Stücke im Verhältnisse steht; sie bestehen aus Holz, oder, besser noch, aus Gusseisen und sind mit einem horizontalen Zuge mit einem Rollwagen versehen. Sie ergreifen das Stück mittelst einer Vaucanson'schen Kette, die über eine Rolle geht, deren Höhe man oft mittelst einer Schraube regulirt (Taf. 48, Fig. 8).

Das Stück wird während der ganzen Zeit des Schmiedens von dem Krahne getragen, es wird mittelst des horizontalen Zuges mit dem Wagen vor- und rückwärts geschoben, gehoben und gesenkt, entweder durch das Vorgelege des Krahns, oder durch die Schraube, welche die Kette hält. Um das Stück auf dem Ambose zu wenden, ergreift man es mit Hebeln, die in der Quere am Ende einer eisernen oder hölzernen Handhabe *(gouvernail)*, die fest mit dem Pakete verbunden, oder unmittelbar an einem seiner Enden mit eisernen Ringen oder Bändern befestigt ist. Die Schmiede halten und bewegen das Stück auf diese Weise während des ganzen Processes, indem sie die Anordnungen des Meisters ausführen (Taf. 49, Fig. 8).

Die in England am Meisten angewendeten Hämmer sind Aufwerfer, die von Unten gehoben werden, von der Art des auf Taf. 47 abgebildeten; ihr Gewicht beträgt 2 bis 6 Tonnen, ihr Hub 0,40 bis 0,60 Meter, und sie machen gewöhnlich 80 bis 100 Schläge in der Minute. Der Hammer ist so eingerichtet, dass er guss- oder schmiedeeiserne Gesenke von verschiedener Form aufzunehmen vermag, und der sehr leichte Ambos kann mit Leichtigkeit ausgewechselt werden; seine Bahn ist stets in gleicher Höhe mit der Thür des Ofens. Um den Hub des Hammers, dessen höchste Höhe übrigens durch die Höhe des Heblings bestimmt ist, innerhalb gewisser Grenzen verändern zu können, ist die Verstärkung des Helms, auf welchen die Heblinge einwirken, mit einem Stücke Eisen versehen, welches man sehr leicht mit Keilen erhöhen oder niedriger stellen kann. Die Stellung des Hammers wird nach der Stärke der auszuschmiedenden Stücke regulirt, so dass man in jedem Falle seinen ganzen Hub, oder wenigstens den grössten Theil desselben benutzen kann. Schmiedet man demnach ein sehr starkes Paket aus, so erhöht man die Pfannen, in denen sich die

Zapfen des Hammers bewegen, und senkt das Eisen, an welchem der Hammer gehoben wird, während man das Entgegengesetzte vornimmt, wenn man dünne Stücken Eisen ausschmiedet. Wir müssen hier noch bemerken, dass im erstern Falle der Hammer nie auf den Ambos fallen darf, und dass man ihn den Augenblick halten muss, in welchem man das zu schmiedende Stück wegnimmt, so dass der Heblingskranz der Welle keinen Stoss erhält, der ihn zerstören könnte.

Nach der Art und Weise, wie die Heblinge wirken, wird man leicht einsehen, dass sie das Bestreben haben, den ganzen Hammer zu heben; es ist demnach nothwendig, dass man das Heben der Hammerhelmzapfen aus ihren Lagern verhindert, indem man Pfannendeckel anwendet, die mit dem Zapfenlager verbunden sind und die nur einen geringen Spielraum verstatten. Die in den Fig. 1, 2, 3 und 4 der Taf. 47 dargestellte Einrichtung mit schmiedeeisernen Zapfen weicht von der gewöhnlichen ab, verhindert aber jeden Bruch.

Die Form der Heblinge, der man bei leichten Hämmern nur eine geringe Aufmerksamkeit widmet, erfordert dieselbe, wenn das zu hebende Gewicht bedeutend ist. Um eine überflüssige Reibung zu vermeiden, und damit der Druck stets senkrecht auf ihre äussere Curve wirke, muss man derselben die Gestalt einer Evolvente geben, deren erzeugender Kreis zum Halbmesser die horizontale Entfernung zwischen der Achse des Wellrings und der des Angriffspunctes am Helme hat. Der Hebekranz besteht aus Gusseisen, und die Heblinge sind mit eisernen Bändern versehen, die durch Niete mit jenem verbunden sind, und die man auswechseln kann, wenn sie abgenutzt sind.

Das Fundament dieses Hammers erfordert eine grosse Festigkeit und zu gleicher Zeit auch Elasticität; man genügt diesen Bedingungen, wenn man die gusseiserne Sohlplatte, welche die Zapfenlager des Hammers trägt, auf eine Reihe von Holzstükken stellt, die ihrerseits auf einem Gemäuer von starken Quadersteinen ruhen, bis zu deren unterm Theile die Bolzen reichen, welche die Sohlplatte festhalten. Die Wellzapfenlager sind ebenfalls mit diesem Fundamente verbunden. Die Chabotte ruht auf einem hölzernen Ambosstocke, der von Mauerwerk umgeben, aber unabhängig von dem übrigen Fundamente ist; für die Heblinge sind Ausschnitte in dem Fundamente enthalten.

Die Triebkraft, welche dazu erforderlich ist, um einen 6 Tonnen schweren Hammer mit 0,45 Meter Hub und mit 100 Schlägen in der Minute zu betreiben, beträgt ohngefähr 40 bis 45 Pferdekräfte. Die Welle, welche, wenn der Hebekranz 3 Heblinge hat, 33 Umgänge in der Minute macht, muss mit einem Schwungrade von 5 Meter Durchmesser versehen seyn, welches ungefähr 6000 Kilogramm wiegt. Ein Hammer von dem Gewichte des vorliegenden ist, wie man sieht, sehr kostbar und kann nur in einer Hütte angewendet werden, welche fortwährend sehr starke Stücke, wie, z. B., die Kurbelwellen grosser Dampfböte, welche oft 8 bis 10 Tonnen wiegen, zu schmieden hat. Zu den gewöhnlichen Bedürfnissen sind Hämmer von 2 bis 4 Tonnen ganz und gar ausreichend, und im Allgemeinen richtet man 2 oder 3 von verschiedener Kraft an einer und derselben Dampfmaschine vor, nicht um sie gleichzeitig zu betreiben, wozu man die Triebkraft nicht wirksam genug macht, sondern nur aus dem Grunde, um stets Apparate zu haben, die zu der auszuführenden Arbeit passend sind.

Obgleich von einer und derselben Maschine abhängig, ist die Welle eines jeden Hammers mit einem besondern Schwungrade versehen, nicht sowohl zur Regulirung

der Bewegung, als zur Verminderung der Stösse, und damit sie sich nicht auf das Räderwerk des Systems fortpflanzen, indem sie bei demselben Brüche veranlassen könnten.

Durch Laufriemen betriebene Hämmer. — In einer Hütte der englischen Provinz Staffordshire, in der man Stücken aller Art bis zu einem Gewichte von 6 Tonnen anfertigt, werden 2 Aufwerf- und ein Stirnhammer, die resp. 4, 3 und 2 Tonnen wiegen und 90, 120 und 140 Schläge in der Minute machen, sämmtlich durch eine einzige Maschine betrieben. Bei der Fortpflanzung der Bewegung hat man weder Räderwerk, noch Schwungrad angewendet, und alle Wellen werden ganz einfach durch platte Seile von 0,20 Meter Breite, die über Rollen von einem grossen Durchmesser gehen, bewegt. Diese Einrichtung, von der wir auf Taf. 47 in Fig. 8 eine Skizze mitgetheilt haben, ist sehr einfach, veranlasst wenig Kosten und zeichnet sich durch einen sehr regelmässigen Gang aus. Wir dürfen daraus folgern, dass hinreichend breite Laufseile, die sich mit einer grossen Geschwindigkeit bewegen (5—6 Meter in der Secunde), eine hinreichende Adhäsion haben, um den Stössen zu widerstehen, und dass sie in vielen Fällen mit Vortheil und grosser Sicherheit das so sehr den Brüchen unterworfene gusseiserne Räderwerk ersetzen können, welches man stets dann anzuwenden genöthigt zu seyn glaubt, wenn man eine etwas bedeutende Kraft fortpflanzen will.

Der Stirnhammer, der an dem vordern Ende des Helmes gehoben wird, so dass der Ambos zwischen der Drehungsachse und dem Angriffspuncte des Hebedaumens befindlich ist, wird nebst den Aufwerfhämmern zum Ausschmieden des Eisens angewendet. Im Allgemeinen macht man aber diese Apparate leichter und giebt ihnen eine grössere Geschwindigkeit, als den übrigen, d. h., sie wiegen ohngefähr 2 Tonnen, machen 100 bis 130 Schläge in der Minute und haben einen Hub von 0,45 bis 0,50 Meter. Sie haben das Unbequeme, wegen der Stellung des Hebekranzes, nur von den Seiten zugänglich zu seyn; allein wenn die Stücke nicht sehr lang sind, so hat ihre Bearbeitung unter einem Stirnhammer keine Schwierigkeit, und man ist im Allgemeinen sehr mit ihnen zufrieden. — Wir beschreiben hier die Einrichtung dieser Hämmer nicht, indem wir weiter unten bei dem Zängen der auszuwalzenden Luppen davon zu reden Gelegenheit haben werden.

Schwanzhämmer wendet man in den meisten grossen Maschinenbauanstalten Frankreichs, seltener in denen Englands an. Man giebt ihnen einen hohen Hub von 0,80 bis 1,00 Meter, ein Gewicht, welches von 300 bis 1800 Kil. wechselt und erhöhet ihre Wirkung durch einen Reitel, dem ähnlich, wie man ihn bei den gewöhnlichen Aufwerfhämmern anwendet.

Die Helme bestehen zuweilen aus Eisen, gewöhnlich jedoch aus sehr starkem Holze; ihre ganze Länge beträgt 3,50 bis 6 Meter, und der Theil zwischen der Hülse und der Kamme beträgt ein Drittel oder die Hälfte der ganzen Länge, je nach dem Gewichte der Hämmer.

Auf der Taf. 48 ist ein Hammer dargestellt, der ein Gewicht von 1700 Kil. hat und durch eine schwingende Dampfmaschine von 45 bis 50 Pferdekräften bewegt wird. Der Wellkranz ist auf der Kurbelwelle angebracht, und dieselbe ist mit 2 Schwungrädern von 5 Meter Durchmesser versehen; das ganze Gewicht des Wellkranzes und der Schwungräder beläuft sich auf 11000 Kil. Die Hülse und die Achse des Reitels werden durch 2 gusseiserne Säulen gehalten, die auf einer Sohlplatte festgeschraubt und mit allen Mitteln der nöthigen Regulirung versehen sind, um die Lage

dieser Achsen zweckmässig zu bestimmen. Das hintere Ende des Reitels ist mittelst Bügeln mit einem starken horizontalen Balken (dem Drahmbaume) verbunden, der einerseits auf einer senkrechten Säule und andererseits auf den Hülsensäulen ruht und der, indem er selbst federt, die Stellung der letztern zu erhalten sucht. Diese von Herrn Cavé, Maschinenbauer zu Paris, angegebene Einrichtung ist, in Beziehung auf die Stabilität, den gewöhnlichen Schwanzhammergerüsten weit vorzuziehen.

Taf. 49 stellt einen 500 Kil. schweren Schwanzhammer dar, der durch eine Dampfmaschine von 16 Pferdekräften bewegt wird, und der in der Art eingerichtet ist, wie sie Herr Cavé für die Werkstätten der französischen Marine eingerichtet hat. Das gusseiserne Gerüst, auf welchem der ganze Apparat ruht, sichert ihm eine hinlängliche Festigkeit, und die Stellung des Reitels (oder hier eigentlich des Prellbalkens), unter dem hintern Ende des Helmes trägt hierzu noch bei, indem sie es gegen die Erschütterungen schützt, die mit allen übrigen Systemen verbunden sind. Jedenfalls muss unter diesen Umständen der Helm sehr stark seyn, und es ist daher zweckmässiger, ihn von Eisen, als von Holz zu machen.

Die Einrichtung des Amboses ist sehr bequem; er hat die Form eines Prismas mit ungleichen Flächen, und er ruht auf Zapfen. Herr Cavé hat bei dieser Einrichtung den Zweck gehabt, ihn zu allen Arten von Arbeiten anwendbar zu machen, ohne davon eine andere Unbequemlichkeit zu haben, als ihn um seine Zapfen, die auf Lagern ruhen, zu drehen; er hat diesen Zweck vollkommen erreicht.

Dampfhammer, Stampfhammer oder Stempelhammer (*marteau-pilon, self-acting steam-hammer* — selbstwirkender Dampfhammer — im Englischen). — Seit einigen Jahren wendet man in mehrern Eisenhütten und Maschinenfabriken England's, Belgien's, Frankreich's und Deutschland's einen Hammer an, welcher von dem bisher beschriebenen gänzlich abweicht. Er besteht dem Wesentlichen nach aus einem gusseisernen Gerüste, in dessen Mitte ein Ambos angebracht ist, der an seinem obern Theile einen senkrechten Dampfcylinder hat, dessen Kolbenstange durch den Boden geht und mit einer Masse von Gusseisen verbunden ist, die eine schmiedeeiserne Bahn enthält und sich in Leitungen bewegt. Der Hammer oder Stempel wird durch den unter den Kolben tretenden Dampf bis zu einer beliebigen Höhe gehoben, worauf er, nachdem durch eine Steuerungsvorrichtung das Einströmen des Dampfes abgesperrt und das Ausströmen aus dem Raume unter dem Kolben bewirkt worden ist, bei den meisten Apparaten dieser Art auch noch Dampf über den Kolben tritt, durch sein eignes Gewicht herabfällt. Wir müssen auf den erklärenden Text des Werkes verweisen.

Man kann mit einem solchen Hammer die stärksten und schwersten, sowie auch die schwächsten Stücke ausschweissen und bearbeiten. Mit einem Hammer von 4 Tonnen oder 80 Centner Gewicht schweisste man in Manchester Stäbe aus, die nicht stärker, als 3 Centimeter oder 13 Linien im Quadrat waren, und sogleich darauf schweisste man damit eine Welle aus, die wenigstens 28 bis 30 Centimeter, oder 10 bis 12 Zoll im Durchmesser hatte; ebenso wurde das Zängen der Luppen auf das Beste damit bewerkstelligt.

Der Hub des Hammers kann mit einer solchen Genauigkeit gestellt werden, dass er in geringer Entfernung von dem Ambose aufgehalten werden kann. Die Geschwindigkeit des Hammers kann bis auf 60 oder 70 Schläge in der Minute gebracht werden, bei leichten Hämmern von 100 bis 1000 Kilogr. Gewicht kann sie aber auch 80, 90 und 100 Schläge von 1 Fuss Höhe betragen, sowie man denn überhaupt gänzlich

Herr der Maschine ist und sie mit der grössten Regelmässigkeit und mit der ganzen erwünschten Geschwindigkeit, sowie auch mit der grössten und mit der geringsten Kraft treiben kann. Kurz, zu gewissen Arbeiten hat dieser Hammer grosse Vorzüge vor allen übrigen, mögen es nun Aufwerfhämmer, oder Schwanzhämmer, oder Stirnhämmer seyn.

Geschichtliches. — Die erste Idee von einem solchen Hammer hatte der Engländer William Deverell im Jahre 1806; jedoch glauben wir nicht, dass dieser Apparat damals ausgeführt worden ist, indem zu jener Zeit die Benutzung der Dampfkraft noch ziemlich beschränkt war.

Herr Cavé zu Paris, dem das Deverell'sche Patent nicht bekannt war, hatte im Jahre 1833 oder 1834 ebenfalls schon die Idee von einem solchen Hammer, den er bei der Anfertigung der Hochdruck-Dampfkessel mit kugelförmigen Enden für sehr zweckmässig hielt. Jedoch kam diese Maschine auch nicht zur Ausführung, allein es wendete dieser ausgezeichnete Maschinenbauer dasselbe Princip bei einem Durchschnitte und einer Lochmaschine zum Zerschneiden und Lochen des Bleches an.

Später nahmen die Gebrüder Schneider zu Creuzot 1841 ein Patent auf einen solchen Hammer. Er ist auf Taf. 50 abgebildet worden.

Fast zu derselben Zeit beschäftigte sich in England Herr Nasmyth mit der Construction eines solchen Dampfhammers. Er sowohl, als sein Compagnon haben seit 1842 sehr viele Verbesserungen an der Maschine angebracht, deren bis jetzt vollkommenste Abänderung auf Taf. 51 abgebildet worden ist.

Ausser den genannten Mechanikern, haben sich auch noch andere mit der Verbesserung dieser interessanten Maschine beschäftigt, unter denen wir die Herren Dorning in Zwickau, Borsig in Berlin und Wurm in Wien nennen.

Es ist vorauszusehen, dass der Dampfhammer immer mehr und mehr bei der Bearbeitung des Eisens Eingang finden und von seinen noch anklebenden Mängeln befreit werden wird.

Verfahren bei dem Schweissen und Ausschmieden.

Anfertigung der Pakete. — Die erste Bedingung, welche bei der Anfertigung guter schmiedeeiserner Stücke zu erfüllen ist, besteht in der Anwendung von dem besten Eisen, entweder vom Heerdfrischprocesse, oder vielmehr von der Zugutemachung der Stabeisenabgänge mittelst des Hammers, oder mittelst des Walzwerks. Es muss hart, mehr körnig, als fadig, warm und kalt leicht zu bearbeiten seyn und in beiden Fällen gleiche Festigkeit zeigen.

Die Form der Pakete und die der sie bildenden Stücke hängt wesentlich von der Art und Weise der anzufertigenden Fabricate ab; nichtsdestoweniger giebt es einige allgemeine Regeln, denen man stets genügen muss:

1) Die Stäbe, aus denen die Pakete gebildet werden, bestehen, der ganzen Länge des Pakets nach, aus einem einzigen Stücke, indem das Zusammenschweissen der Enden schlecht bewirkt werden würde und Unterbrechungen des Zusammenhanges in dem Innern der Masse veranlassen könnte.

2) Die Pakete müssen aus Flachstäben und, wo möglich, nicht aus Quadratstäben angefertigt werden, um möglichst wenige Fugen der Breite nach zu haben, weil,

da die Schweissung nach der Stärke der ersten Hitze gemacht worden ist, die Näherung in der andern Richtung weit schwieriger erfolgt.

3) Es ist in Beziehung auf die Schweissung bequem, ein aus starken Stäben bestehendes Paket zu haben, um die Anzahl der Fugen zu vermindern; allein man muss bei einem solchen Verfahren von der Qualität der Elemente überzeugt seyn und sie selbst schon durch ein partielles Zusammenschweissen vorbereitet haben. Wenn man diese Methode, welche die leichtere, aber auch langsamere ist, nicht befolgt, so muss man um so schwächeres Eisen anwenden, je geringer seine Qualität ist.

4) Die Flächen der Stäbe müssen möglichst frei von Oxyd, oder von jeder andern der Schweissung nachtheiligen fremdartigen Substanz seyn, und sie müssen eine solche gegenseitige Lage zueinander haben, dass die Fuge der beiden benachbarten Stäbe durch den obern Stab bedeckt ist; diese Einrichtung ist zu einer zweckmässigen Schweissung unerlässlich.

5) Die Stäbe der Pakete müssen durch warm umgelegte eiserne Bänder dicht aneinander liegen, damit man sie wie eine zusammenhängende Masse behandeln könne, und damit sie zu ihrer festen Verbindung gehörig vorbereitet worden seyen.

6) Die Stücke müssen so ausgeschmiedet werden, dass ihre Dimensionen sehr wenig von den vollendeten verschieden sind, indem die äussern Theile stets besser und besser geschweisst, als die mittlern, sind, und man muss Alles daran setzen, bei der Vollendung der Stücke so wenig, als möglich, wegzunehmen.

Beispiele der Bearbeitung. — Gerade Wellen sind diejenigen Stücke, welche in solchen Werkstätten sehr häufig angefertigt werden, und deren Anfertigung auch sehr wenig Schwierigkeiten hat.

Bei einer Welle, die ihrer ganzen Länge nach gleich stark ist, besteht die einfachste und allgemeinste Methode darin, ein quadratisches Paket zu bilden (Taf. 49, Fig. 6 und 7), wozu man 0,04 bis 0,06 Meter starkes Quadrateisen, oder 0,025 bis 0,035 Meter starkes Flacheisen anwendet, und welches man stark genug macht, damit es um die doppelte Länge ausgedehnt werden könne. Das Gewicht eines solchen Paketes muss so seyn, dass es das vollendete und abgedrehte Stück um die Abgänge bei'm Schmieden und bei der übrigen Bearbeitung übertrifft. Man beginnt damit, es vollkommen auszuschweissen, und man reckt es bei jeder Hitze etwas aus, indem man es zu gleicher Zeit an den Kanten bearbeitet, um nach und nach aus der quadratischen in die runde Form überzugehen. Darauf bearbeitet man das Stück unter einem Hammer mit Gesenken, so dass es nach und nach seine endliche Form erreicht; darauf werden die Enden abgehauen und das Stück wird auf der Dreh- und Hobelmaschine, sowie durch Feilen etc., vollendet.

Im Allgemeinen ist es zweckmässig, das Stück um das Doppelte auszustrecken, allein bei sehr starken Wellen von 0,40 bis 0,50 Meter Durchmesser ist man oft genöthigt, ein geringeres Verhältniss anzunehmen, weil die Pakete zu stark sind. Bei schwachen Wellen von 0,15 bis 0,25 Meter Durchmesser, z. B., macht man das Umgekehrte, d. h., man reckt sie um das Drei- oder um das Vierfache aus, wodurch man sehr gute Stücke, jedoch mit etwas mehr Abgang, erhält. Sey nun auch die Länge der Welle noch so bedeutend, so muss man sie stets aus einem Stücke schmieden, da bei starken Stücken das Aneinanderschweissen an den Enden ausserordentlich schwierig ist, wenn es gut ausgeführt werden soll, und es ist in solchen Fällen stets zweckmässiger, die Schwierigkeiten zu vermeiden.

Zuweilen wendet man aber eine andere Methode an, um starke, runde Wellen zu schmieden; zuvörderst richtet man auf die angegebene Weise eine Welle vor, die etwa ein Drittel oder halb so stark ist, als die darzustellende; auf diesen Kern bringt man eine Garnitur von Stäben mit trapezoidalem Querschnitte (Taf. 49, Fig. 5), deren Seitenflächen nach den Radien gebildet sind; man umgiebt das Paket mit Bändern, schweisst es auf einem Ambose und mit einem Hammer, deren Bahnen halbkreisförmige Gesenke haben, und fügt dann eine neue Garnitur hinzu, die man wie die vorhergehende behandelt, und fährt so lange fort, bis dass man den endlichen Durchmesser erreicht hat. Dieses System des Ausschweissens mittelst aufeinander folgender Lagen sichert die vollkommene Schweissung der Stücke bis zur Mitte; allein, da das Verfahren langwierig ist, so muss man es dem erstern nur dann vorziehen, wenn die Stärke der Wellen eine solche ist, dass das Paket auf die gewöhnliche Weise nicht gehörig verlängert werden kann.

Die Anfertigung von Wellen, die an verschiedenen Puncten ihrer Länge einen verschiedenen Durchmesser haben, hat etwas mehr Schwierigkeiten, als die Anfertigung der mit gleichem Durchmesser, besonders wenn das fertig ausgeschmiedete Stück dem fertig abgedrehten und gänzlich vollendeten vollkommen ähnlich seyn soll. Im Allgemeinen muss man diesen Grundsatz fest halten; allein jede Regel hat Ausnahmen, und in Beziehung auf den vorliegenden Fall kann man sehr gut annehmen, dass bei einem Durchmesser über 0,12 Meter jede Vertiefung, die 0,006 bis 0,010 Meter nicht übersteigt, bei'm Ausschmieden vernachlässigt werden kann. Wir wissen recht gut, dass man im Allgemeinen es noch weniger genau nimmt; allein es ist dies unrecht, indem das Korn des Eisens an der Oberfläche stets weit dichter und gleichartiger, als nach der Mitte zu, ist.

Wellen mit Verstärkungen werden häufig so angefertigt, dass man eine Welle von gleichartigem Durchmesser, der dem mittlern gleich ist, ausschmiedet, und dass man darauf die verstärkten Theile ausschweisst und die schwächern, wie, z. B., Zapfen, durch Bearbeitung mit Handhämmern, sowie durch Weghauen, herstellt. Dieses sehr einfache und sehr bequeme Verfahren hat den Nachtheil, dass die verschiedenen Theile der Welle nicht im vollkommenen Zusammenhange stehen, indem der Faden an verschiedenen Puncten unterbrochen ist, und wir geben denjenigen Verfahren den Vorzug, bei denen das ganze Stück nur ein Paket bildet; man macht dasselbe so stark, dass es den stärksten Durchmesser geben kann und stellt alle schwächern Theile durch Schmieden und Ausstrecken dar, indem man von dem Weghauen den möglichst geringsten Gebrauch macht. Bei einem solchen Verfahren muss man, um einen bedeutenden Abgang zu vermeiden, sehr kräftige Hämmer anwenden, mit denen man bei einer Hitze sehr bedeutende Dimensionsveränderungen vorzunehmen vermag.

Unter den Wellen von geringern Dimensionen sind die gekröpften oder Kurbelachsen der Locomotiven am Schwierigsten anzufertigen und erfordern die grösste Sorgfalt bei ihrer Anfertigung. In Frankreich verfuhr man dabei zuerst so, dass man zuvörderst eine runde Achse darstellte, an welcher man da, wo die Kurbeln hinkommen sollten, platte Theile stehen liess, auf welche alsdann hinreichend starke und lange Schichten von Flachstäben aufgeschweisst wurden, so dass man darauf durch kalte Bearbeitung mit der Bohrmaschine den Zwischenraum zwischen den beiden Armen der Kurbeln wegnehmen konnte. Es ist jedoch diese Methode wenig angewendet worden, zuvörderst, weil sie sehr langwierig ist, und hauptsächlich, weil sie schlechte Resultate

gab. Die verschiedenen Puncte der Kurbeln standen nicht in gehöriger Verbindung miteinander und ebensowenig die Kurbelarme mit dem Körper der Achse, indem der Faden unterbrochen war, und es brauchte nur eine von den aufgelegten Eisenschichten nicht vollkommen geschweisst zu haben, so gab das Stück bei einer etwas starken Anstrengung nach.

In England fertigt man die Locomotivachsen gewöhnlich aus zwei Stücken an; man beginnt damit, unter dem Hammer etwa 0,60 Meter lange, 0,45 Meter breite und 0,055 bis 0,007 Meter starke Platten anzufertigen. Durch jede bohrt man ein ovales Loch, dessen Durchmesser ohngefähr 0,12 und 0,06 Meter betragen, und welche die Stelle der Aushöhlung an den Kurbeln einnehmen. Mit dreien oder vieren von diesen Platten bildet man ein Paket und zwar so, dass sich die Löcher in den verschiedenen Platten decken (Taf. 49, Fig. 9—11); man schweisst sie platt zusammen, und indem man alsdann das Stück auf der hohen Kante schmiedet, bildet man an beiden Enden einen cylindrischen Theil, der etwas stärker ist, als die vollendete Achse, wobei man grosse Sorgfalt darauf verwendet, die Oeffnung zu erhalten und zu vergrössern, so dass die Hitze in das Innere des Stücks zu dringen vermag und eine vollkommene Schweissung bewirkt. In diesem Zustande werden die Achsen gewöhnlich von den Hütten an die Maschinenbauanstalten abgegeben, wo man zwei Stücken mit ihren Enden aneinander schweisst, und zwar so, dass die beiden Kurbeln eine rechtwinklige Stellung zueinander haben, und man vollendet sie darauf mit Handhämmern, Schrotmeisseln, Aufhauern, Gesenken und andern gewöhnlichen Schmiedewerkzeugen. — Man nähert sich auf diese Weise der endlichen Gestalt, welche die Zapfen haben müssen; im Allgemeinen bleibt aber die Theilung jeder Kurbel in zwei Arme der kalten Bearbeitung vorbehalten, und nur in sehr wenigen Werkstätten erfolgt sie in der Schmiede.

Das Zusammenschweissen der beiden Theile einer Achse ist eine sehr schwierige Arbeit, die nur sehr geschickten Schmieden anvertraut werden darf; wird sie nicht gehörig ausgeführt, so gehen die vereinigten Theile, wenn die Achse eine Zeit lang gebraucht ist, wieder auseinander. Am Zweckmässigsten wird das Zusammenschweissen bewirkt, wenn die Enden der beiden Stücke auf solche Weise ineinander eintreten, wie es in den Figuren 10 und 11, Taf. 49 angedeutet worden ist. Man sichert den Zusammenhang der beiden Theile noch dadurch, dass man quer durch die Fugen Rinnen haut, die etwa 0,15 bis 0,20 Meter lang sind, und in welchen man zugeschärfte Eisenstäbe bringt und dieselben sorgfältig einschweisst (Fig. 11, Taf. 49).

Vernachlässigt man keine von den erforderlichen Vorsichtsmaassregeln, so kann man in einem solchen Falle Schweissungen erlangen, die nichts zu wünschen übrig lassen; jedoch ist es noch zweckmässiger, die Schweissung ganz zu vermeiden, indem man die Achse aus einem einzigen Pakete bildet, wie diess auch in sehr vielen Werkstätten geschieht.

Zu dem Ende fertigt man ein flaches Paket, doppelt so lang und doppelt so schwer, wie das oben angeführte an, oder noch besser, man geht von einem Pakete mit quadratischem Querschnitte aus, welches aus Flachstäben besteht, deren Fugen sich decken; man schweisst dieses Paket zusammen und giebt ihm die Gesalt eines rechtwinkligen Prismas, von ohngefähr 1 Meter Länge, 0,40 bis 0,45 Meter Breite und 0,18 bis 0,22 Meter Stärke. Man schmiedet nach und nach an den beiden Enden, sowie in der Mitte die cylindrischen Theile daran und sieht dahin, dass die Hitze in den beiden Stücken, aus welchen die Kurbeln gebildet werden, gehörig hindurchdringe, indem man vorher durch deren Mitte ein Loch bohrt, worauf man die Arme und die

Warzen der Kurbeln aus dem Groben bearbeitet und dann die Achse nach und nach in der Mitte so dreht, dass die Kurbeln rechtwinklig zueinander stehen (man sehe die Fig. 12—16, Taf. 49). Dieses Verfahren ist nach unserer Ansicht dasjenige, was die grösste Sicherheit darbietet, vorausgesetzt, dass die Pakete so eingerichtet werden, dass sie ein bedeutendes Ausstrecken erfordern; es ist diess eine so wesentliche Bedingung, dass der anerkannt sehr geschickte Maschinenfabricant Herr Cavé zu Paris, der übrigens nur das beste Eisen zu den Kurbelachsen anwendet, es für nöthig erachtet hat, so starke Pakete zu machen, dass aus einem nach und nach 3 bis 4 Achsen ausgeschmiedet werden können (man sehe Taf. 49 und deren Erklärung).

Wir führen nun weiter keine Beispiele auf, indem die erwähnten uns hinreichend scheinen, die Art und Weise zu erläutern, wie man in den verschiedenen sich darbietenden Fällen verfahren müsse.

Der Abgang bei der Anfertigung schwerer Eisenstücke, ist sehr bedeutend und besteht: 1) aus dem Abgange im Ofen und beim Hammer; 2) aus dem Abgange, der bei'm Weghauen in der Hitze erfolgt; 3) der Abgang auf der Drehbank und bei den Vollendungsarbeiten überhaupt.

Im Durchschnitte kann man zu einer Tonne vollendeter Eisenarbeiten rechnen:

1450 Kil. Eisen in Paketen,
1220 Kil. mit dem grossen Hammer fertig ausgeschmiedetes Eisen,
1100 Kil. in der Schmiede gänzlich vollendetes Eisen.

Manche sehr schwierig anzufertigenden Stücke, welche viele Oeffnungen enthalten, die in der Kälte bearbeitet werden müssen, erleiden noch bedeutendere Abgänge, jedoch ist die Angabe der mittlern hinreichend.

Der Steinkohlenverbrauch, sowohl im Ofen, als auch in der Schmiedeesse, kann auf 2000 Kil. für die Tonne ganz vollendetes Eisen angenommen werden.

Rückblick. — Die Grundsätze, welche wir in dem Obigen festgestellt haben, lassen sich in dem Folgenden resumiren:

1) Man muss den Flammöfen vor den Schmiedefeuern stets dann den Vorzug geben, wenn die zu bearbeitenden Stücke ausgeschweisst und ausgereckt werden sollen.

2) Die Schmiedefeuer müssen bei der Handarbeit, bei dem Aushauen und bei der Arbeit in Gesenken, welche zur Vollendung kleinerer Stücke erforderlich ist, beibehalten werden.

3) Man muss sich hinreichend starker Krahne bedienen, die mit allen Mitteln versehen sind, um die zu bearbeitenden Stücke bewegen und handhaben zu können; auch muss man mittelst derselben den Transport der Stücke vom Ofen zum Ambose sehr rasch bewerkstelligen können.

4) Man muss das Paket sehr fest mit der Handhabe verbinden, durch welche man es bewegen kann.

5) Leichten Hämmern mit starkem Hube muss man den Vorzug vor schweren mit geringem Hube geben; sie leisten mehr und sind weit weniger kostbar.

6) Man muss die Pakete aus dem besten Eisen bilden, damit sie sich gut ausrecken lassen.

7) Man muss das Stück aus einem Pakete ausschmieden und das Anschweissen von Verstärkungen etc. vermeiden.

8) Diese Methode und auch selbst die der Anfertigung der Wellen aus concentrischen Lagen muss man nur dann anwenden, wenn das Stück durch Ausstrecken aus einem Pakete nicht dargestellt werden kann.

9) Man muss jede Bearbeitung vermeiden, wodurch der Faden auf der Länge des Stücks unterbrochen wird.

10) Die Arbeit muss so ausgeführt werden, dass auf der Drehbank und mit dem Meissel sowenig, als möglich, Material weggenommen wird.

11) Endlich muss man zum Ausschweissen und Ausschmieden nur sehr geschickte und sehr geübte Arbeiter anwenden.

Fünftes Kapitel.

Die Stabeisenfabrication mittelst Walzwerken.

(Englische Methode).

Wir sahen, dass bei der Stabeisenfabrication mit Hämmern nur eine sehr beschränkte Zahl von Apparaten und Arbeitern erforderlich sey, und dass das Roheisen durch eine einzige Operation in fertiges Stabeisen verwandelt werde. Bei der Methode, die wir jetzt beschreiben wollen, ist es anders, das Eisen erhält seinen letzten Grad der Vollendung erst nach einer grossen Anzahl von Umwandlungen, unter dem Einflusse verschiedener Maschinen, und nachdem es durch die Hände einer Reihe von Arbeitern gegangen ist, von denen fast jeder eine eigenthümliche Beschäftigung hat. — Die Hauptvortheile dieser Betriebsmethode bestehen, wie wir schon anderwärts gesagt haben, in Wohlfeilheit, Vollendung und Beschleunigung der Arbeit; es sind diess die Folgen des allgemeinen Grundsatzes von der Theilung der Arbeit, welcher jetzt alle Gewerbszweige beherrscht.

Die Verwandlungen, welche die Luppen, nachdem sie gefrischt worden, erleiden, um in fertige Stabeisensorten verwandelt zu werden, sind zweierlei Natur: die einen, wie die Streckarbeit und die Anfertigung der Pakete, sind nur vorbereitend, die andern, wie die Schlichtarbeit, vollendend. Wir wollen uns nach und nach mit diesen Processen in der angegebenen Ordnung beschäftigen und ihnen die ganze Aufmerksamkeit widmen, welche sie erfordern. Vorher ist es aber nöthig, einen allgemeinen Begriff von den gewöhnlichen Apparaten zu geben, um sodann so wenig, als möglich, die Darstellung der eigentlichen Fabrication zu unterbrechen.

Von den Apparaten im Allgemeinen.

Die hauptsächlich in den Walzhütten angewendeten Apparate sind Schweissöfen, der Stirnhammer und das Quetschwerk, oder die Presse, verschiedene Arten von Walzwerken, feststehende unbewegliche Scheeren und Richtplatten.

Von den Schweissöfen.

Einrichtung. — Die Schweissöfen sind Flammöfen, die mit alle den Brennmaterialien gefeuert werden, welche man auch zur Speisung der Puddelöfen anwendet;

man macht in denselben gewöhnlich alles das Eisen schweisswarm, welches man mit den Walzwerken ausstrecken will. Nur in sehr wenigen Fällen, und nur für gewisse Zwecke, ersetzt man sie durch andere Apparate, z. B., durch die Oefen, welche die entweichende Flamme der Frischfeuer benutzen.

Der Rost hat gewöhnlich eine Oberfläche von 0,70 bis 0,80 Quadratmeter; die Feuerbrücke liegt 0,50 bis 0,55 Meter über dem Roste und 0,20 bis 0,25 Meter über der Heerdsohle.

Die Heerdsohle besteht aus auf die Kante gestellten Ziegelsteinen, oder aus festgestampftem Kieselsande, sie ist zur Erleichterung des Abflusses der Schlacken durch die Stichöffnung, nach dem Fuchse zu, geneigt und mit einer grossen, oder mit zwei kleinen, nebeneinander liegenden Arbeitsthüren an der Seite versehen, indem man dadurch die Wärme besser im Ofen zusammenhält und die Arbeit erleichtert.

Die Esse ist 12—15 Meter hoch, die Querschnittsfläche 0,45 Meter lang und breit und hat dieselbe Einrichtung, wie die der Puddelöfen.

Das innere Futter der Oefen und der Essen muss aus feuerfesten Ziegelsteinen bestehen; nur die Feuerbrücke wird zuweilen aus einem hohlen Stücke Gusseisen angefertigt, wenn man nicht sehr gute Ziegelsteine hat, indem diese Theile stets sehr rasch zerstört werden. Ein Schweissofen verbrennt unter den obigen Bedingungen etwa 90 bis 120 Kil. Steinkohlen in der Stunde und muss demnach einen starken Zug haben. Es ist wesentlich, dass die Luft so vollständig, als möglich, verbrenne, damit die durch den Ofen strömende Flamme nicht oxydirend wirke; man erreicht diesen Zweck um so sicherer, jemehr Brennmaterial auf dem Roste liegt und je bedeutender die Höhe der Feuerbrücke über dem Roste ist.

Ein Schweissofen wird von zwei Arbeitern bedient, von denen der eine ein geübter Arbeiter seyn muss, der andere aber nur ein gewöhnlicher Heizer zu seyn braucht.

Benutzung der entweichenden Wärme. — Die Schweissöfen benutzen zum Wärmen des Eisens nur einen geringen Theil der von dem Brennmateriale entwickelten Hitze und können daher mit Erfolg zur Feuerung der Dampfkessel angewendet werden.

Die Erfahrungen, die man mit den Kesseln mit Siederöhren (Taf. 44, Fig. 1—4) gemacht hat, haben Resultate gegeben, welche alle bis dahin erlangten übersteigen. In den Hüttenwerken zu Abainville in Frankreich geben zwei Apparate von 79 Quadratmeter Oberfläche, die hinter zwei Schweissöfen angebracht sind, welche zusammen 212 Kil. Steinkohlen in der Stunde verbrauchen und mit Rosten von 0,75 Quadratmeter Oberfläche versehen sind, 13,45 Kil. Dampf auf das Quadratmeter Heizoberfläche und 5 Kil. Dampf auf 1 Kil. Steinkohle, d. h., ebensoviel, als man mit einem direct gefeuerten Kessel erlangt; man sieht demnach durch dieses Beispiel, dass, bei Anwendung einer guten Maschine, ein Schweissofen leicht eine wirksame Kraft von 30 Pferden giebt.

Da wir schon bei den Puddelöfen die Grundsätze entwickelt haben, auf welche die Einrichtung dieser Kessel gegründet ist, so halten wir es für unnöthig, sie hier zu wiederholen; die Leser werden die Anwendung in der Beschreibung der Tafeln, welche die Dampfkessel enthalten, finden.

Von dem Stirnhammer.

Einrichtung. — Der Stirnhammer, welcher vorn am Kopfende gehoben wird, ist der am Gewöhnlichsten in den englischen Stabeisenfabriken zum Zängen der Luppen angewendete Apparat; Taf. 52 giebt einen Begriff von der gewöhnlichen Einrichtung.

Das Gewicht dieser Hämmer beträgt im Durchschnitte 3500 Kil.; ihr Hub 0,40 Meter; die Anzahl der Schläge, welche sie in der Minute machen können, 90—100.

Die Zapfen des Hammers bestehen mit dem Kreuze, welches senkrecht auf dem Helme steht, aus einem Stücke und ruhen auf Zapfenlagern, die mit der Sohlplatte, auf welcher auch die Wellzapfenlager stehen, fest verbunden sind. In diesen Zapfenlagern sind Pfannen angebracht, deren Stellung regulirt werden kann. Der Hammer wird an seinem vordern Ende durch gusseiserne Hebedaumen, deren es gewöhnlich 5 giebt, gehoben. Diese Hebedaumen sind an einem gusseisernen Kranze angebracht, der auf einer sehr starken Welle aufgekeilt ist. Die Stirn, der Punct, auf welche der Hebedaumen wirkt, ist durch eine eiserne Platte geschützt, die man, sobald sie abgenutzt ist, ohne Schwierigkeit auswechseln kann.

Die Bahn des Hammers ist von dem Kopfe unabhängig; sie ist mit demselben durch eine Angel verbunden, die in ein conisches Auge in der Mitte des Hammerkopfes eintritt; der letztere ist ausserdem noch mit zwei Ohren versehen, welcher zum Stauchen der Stücke dient. Der Ambos liegt in einer schweren Chabotte, die fest auf einem hölzernen Fundamente ruht, auf dieselbe Weise, wie bei den andern Hämmern; jedoch ist dieses Fundament von dem allgemeinen unabhängig. Der obere Theil dieses allgemeinen Fundaments muss aus Holz bestehen, damit er Elasticität besitze; die Basis muss aber Mauerwerk seyn, damit es eine hinlängliche Masse zum Widerstehen der Stösse und der Erschütterungen darbiete, welche bei dem Betriebe des Hammers erfolgen.

Sowie bei allen übrigen schweren Schmiedeapparaten, seyen es nun Stirn-, Aufwerf- oder Schwanzhämmer, muss man stets dahin sehen, dass der Hammer nie leer auf den Ambos zurückfalle. Hört die Arbeit auf, so erhält man den Hammer ausserhalb des Bereichs der Hebedaumen, durch einen starken eisernen Stab, den sogenannten Knecht, gehoben, indem man denselben zwischen die Chabotte und den Helm stellt. Um ihn wieder in Betrieb zu setzen, braucht man nur unter die Stirn ein Stück Eisen oder Holz zu halten, mittelst dessen der Hebedaumen den Hammer heben kann, so dass man den Knecht wegzunehmen im Stande ist.

Stellung. — Die Stirnhämmer werden durch Wasserräder oder Dampfmaschinen in Betrieb gesetzt. Die Uebertragung der Bewegung geschieht zuweilen durch Räderwerk, am Häufigsten aber ist der Wellkranz unmittelbar an der Kurbelwelle der Dampfmaschine angebracht, und es bewegt dieselbe zugleich das Walzwerk. Muss der Hammer viel arbeiten, so ist es zweckmässiger, ihn durch eine besondere Maschine in Betrieb zu setzen. Jedenfalls muss die Welle mit einem Schwungrade versehen seyn, dessen Kranz, von einem mittlern Durchmesser von 5 Meter, bei einem Apparate von 3500 Kil. mit 0,40 Meter Hub und mit 100 Schlägen in der Minute, sowie mit 5 Hebedaumen am Kranze, etwa 7000 Kil. wiegt, und die zu einem Apparate dieser

Art erforderliche Triebkraft beträgt etwa 25 Pferdekräfte, welches jedoch als ein Maximum angesehen werden muss.

Betrieb. — Ein Stirnhammer, der in jeder Schicht von zwei Arbeitern, einem Meister und seinen Gehülfen, bedient wird, kann die Luppen von 10 bis 12 Puddelöfen zängen, vorausgesetzt, dass die Arbeit auf solche Weise organisirt ist, dass der Betrieb der Oefen in einer gewissen Ordnung nacheinander folgt.

Bedient ein Hammer nur 4—5 Oefen, so versieht ein Arbeiter, ohne alle Anstrengung, den ganzen Dienst. Er wird nach der Tonne Frischeisen gelohnt, so dass er täglich 3 oder 4 Franken verdienen kann.

Von den Quetschwerken.

Einrichtung. — Der Quetschwerk (*squeezer*), oder Presse genannte Apparat, ist eine Maschine, die man sehr häufig zum Zängen der Luppen, statt der Stirnhämmer, anwendet. Sie reinigt die Luppen und giebt ihnen die Gestalt der gewöhnlichen Luppenstücke, indem sie durch eine kräftige und stufenweise Zusammendrückung auf dieselbe einwirkt, deren Stärke aber von dem Arbeiter nach der Beschaffenheit der Substanz eingerichtet werden kann.

Ein Quetschwerk besteht im Wesentlichen aus zwei feststehenden Lagern oder Supports, welche die Zapfen des beweglichen Stücks aufnehmen und aus einem Balancier von Gusseisen, mit einem, zwei oder drei Armen, die um eine Achse in seiner Mitte, oder an dem einen Ende, schwingen, und zwar in Folge einer Bewegung, die ihm durch ein Excentricum oder durch eine Kurbelstange mitgetheilt wird, die ihrerseits mit der Kurbel der Triebwelle in Verbindung stehen.

Der untere Theil des beweglichen Stücks, Bahn genannt, hat eine ebene oder concave Oberfläche, die nach der Seite der Achse zu geneigt ist und mit der horizontalen Platte, die als Ambos dient, einen spitzen Winkel bildet, in dessen Oeffnung man die Luppen, die zusammengedrückt werden sollen, bringt, und die in dem Maasse, dass sich ihr Volum vermindert, nach der Achse zu vorgerückt werden.

Es giebt verschiedenartig eingerichtete Quetschwerke, von denen Taf. 53 einige zeigt. In allen Fällen sind die allgemeinen Bedingungen, denen sie entsprechen müssen, etwa die folgenden:

1) Die Fundamente müssen fest seyn, sie müssen mehr aus Holz, als aus Mauerwerk bestehen und müssen sich mit denen für die Bewegungsmittheilung verbinden.

2) Das ganze System steht auf einer sehr festen Grundplatte, auf welcher die beiden Lager für die Zapfen, — die beiden Führer oder Leitungen, die man zuweilen zur Vermeidung von Seitenabweichungen anwendet — und die Zapfenlager für die Triebwelle stehen.

3) Der Ambos ist eine horizontale gusseiserne Platte, die auf der Grundplatte befestigt ist, und die unten durch einen Wasserstrahl abgekühlt wird.

4) Wenn der Balancier zwei oder drei Arme hat, so muss er auf seiner Achse im Gleichgewichte seyn, um die Kurbelstange weniger zu belasten. Wenn dieselbe lang ist, so lässt man sie mehr ziehend als schiebend wirken, um Biegungen zu vermeiden.

5) Die Bahn des Balanciers, durch ein starkes Eisen geschützt, ist etwa 1,30 Meter lang, 0,40 Meter breit und hat an ihrem Ende eine grösste Oeffnung von 0,50

bis 0,60 Met., welche sich bis auf 0,30 oder 0,40 Meter vermindert, wenn dieser Punct den niedrigsten Stand erreicht hat.

6) Das Gerüst ist sehr fest mit der Sohlplatte verbunden und so eingerichtet, dass man die Achse höher oder niedriger stellen kann; auch ist es mit einer starken Schraube versehen, um die Lage der Zapfen zu erhalten, sowie auch mit Sicherheitsbüchsen, welche bei einem zu starken Drucke zerbrechen.

7) Die Anwendung von Leitungen zu Verhinderung der Seitenabweichung ist nicht unerlässlich, jedoch jedenfalls sehr zweckmässig.

8) Die Anzahl der Hübe, welche das Quetschwerk in der Minute macht, beträgt zwischen 80 und 100.

Stellung und Betrieb. — Die Quetschwerke sind im Allgemeinen mit einer Welle verbunden, welche die Bewegung von einer anderweitig angewendeten Maschine überträgt. Sie haben vor den Hämmern den grossen Vorzug, dass sie keine Stösse veranlassen, und dass sie in einem gegebenen Momente nur die zur auszuführenden Arbeit erforderliche Kraft verbrauchen. Dieser Kraftaufwand ist folglich sehr veränderlich und lässt sich nur schwer schätzen, jedoch wird man sich nicht sehr weit von der Wahrheit entfernen, wenn man ihn im Durchschnitte zu 8 oder 10 Pferdekräften annimmt.

Ein von einem geübten Arbeiter bedientes Quetschwerk leistet mehr, als ein Stirnhammer, da es einen ununterbrochenen Gang hat; jedoch muss man mit Behutsamkeit verfahren und den Druck nur nach und nach steigern, besonders aber es vermeiden, die Stücke zu stark, oder sie noch dann zu verarbeiten, wenn sie stellenweise schon erkaltet sind.

Neue Zängemaschine. In England wendet man jetzt hin und wieder eine von Heinrich Burten erfundene Zängemaschine an, welche in den Figg. 5 bis 7, Tafel 51, abgebildet ist. Die Wirkung dieses Apparats ist sehr einfach: die Luppe *N* wird auf der weitern Seite zwischen den Mantel und den Cylinder gesteckt, durch dessen rotirende Bewegung rings an der Peripherie des Mantels hingeführt und durch die excentrische Stellung des Cylinders in demselben in ihren Dimensionen so vermindert, wie *P* zeigt. Da die Welle *F* etwa 10 Umgänge in der Minute macht, so wird das Zängen einer Luppe in 6 Secunden bewirkt, und der Apparat kann mindestens 50 bis 60 Puddelöfen bedienen.

In Beziehung auf Schnelligkeit der Arbeit, Ersparung von Arbeitslöhnen, Triebkraft und Anlagekosten hat die neue Maschine grosse Vortheile gegen die Hämmer und die Quetschwerke. Ihr einziger Nachtheil scheint darin zu bestehen, dass sie keine ordentliche Stauchung der Enden von der Luppe bewirkt. Jedenfalls aber ist diese Methode des Zängens besser, als die zwischen Walzen, und ihre besondern Vortheile können ihr in vielen Fällen den Vorzug vor dem Gebrauche der Hämmer und der Quetschwerke geben. Man wendet sie in der Gegend von Glasgow in Schottland an.

Von den Walzwerken.

Allgemeine Einrichtung. — Die Walzwerke, mittelst denen man das Ausstrecken des Eisens bewirkt, haben nach ihrer Anwendung eine sehr verschiedenartige Einrichtung, die wir nur hier aus einem allgemeinen Gesichtspuncte untersuchen wollen.

Ein **Walzwerk** besteht aus einem oder aus mehreren Gerüsten, die aneinander stehen, und die mit den zu ihrer Bewegung erforderlichen Apparaten, wohin hauptsächlich **Getriebe** gehören, versehen sind. Diese Getriebe sind zuweilen hinter den Walzen angebracht, allein es hat diese wenig gebräuchliche Methode den Nachtheil einer ungleichen Vertheilung der Arbeit zwischen den Cylindern.

Jedes Walzgerüst enthält wenigstens zwei, zuweilen aber auch drei Walzen, deren Zapfen in zwei senkrechten Ständern, dem **Walzgerüste**, gehalten werden. Die Getriebe erhalten ihre Stellung auf gleiche Weise und bestehen, jenachdem man zwei oder drei Walzen in einem Gerüste hat, aus zweien oder dreien. Ihre Zapfen bewegen sich in den **Getriebegerüsten**. Zwei oder drei in einem Gerüste zusammen gehörige Walzen nennt man eine **Garnitur**.

Alle **Achsen** der Getriebe und der Walzen liegen in einer und derselben horizontalen Linie und sind untereinander durch kleine Zwischenwellen, **Kuppelungswellen** genannt, und durch **Muffen** verbunden, so dass die Bewegung, welche die Maschine einem der Getriebe ertheilt, allen übrigen Theilen des Walzwerks mitgetheilt wird. Die Achse der **Triebwelle** steht gewöhnlich mit der untersten Walze in Verbindung, wenn ein Gerüst aus zweien besteht, bei drei Walzen in einem Gerüste dagegen mit der mittlern. Die Mittheilung der Bewegung wird durch eine **Aus- und Einrückung** durch eine kleine Welle und einen Muff bewirkt.

Die Gerüste sind entweder **Ständer-** oder **Pilarengerüste**. Die erstern, die gewöhnlichern, bestehen aus zwei Ständern, von denen gewöhnlich jeder aus einem Stücke gegossen ist. Die Pilarengerüste bestehen aus 4 **Pilaren** oder Säulen, die gewöhnlich geschmiedet, seltener gegossen, und die in starke Sohlplatten eingelassen und darin unverrückbar befestigt sind. Oben werden die beiden zusammengehörenden Pilaren durch starke gusseiserne **Sättel** oder **Kappen** zusammengehalten. Sowohl die Ständer, als auch die Pilaren sind mit Pfannen von Rothguss versehen, welche die Walzenzapfen aufnehmen. Diese Pfannen sind in gusseisernen **Lagern** befestigt und diese mit verschiedenen Mitteln versehen, um ihre Lage in Beziehung zu den senkrechten Säulen der Ständer- oder Pilarengerüste, oder zu der Kappe, welche dieselben vereinigt, reguliren zu können. Die ganze Garnitur wird bei den Ständern durch eine starke Druckschraube festgehalten, welche durch eine Mutter von Rothguss mitten in der Kappe geht und die auf das obere Lager drückt. Zwischen diesem Lager und der Schraube ist eine sogenannte **Sicherheitsbüchse** angebracht, welche zerbricht, wenn bei'm Durchwalzen eines Stabes ein ungewöhnlicher Druck entsteht. Bei den Pilarengerüsten ist jede Säule oben mit einem Schraubengewinde versehen, um die Kappen mittelst Schraubenmuttern festhalten zu können.

Man unterscheidet an einer Walze: den **Körper** oder die **Tafel**, welche mit den Kalibern versehen ist, die **Zapfen** und die **Angriffszapfen** oder **Kreuze**. Diese letztern Theile dienen zur Aufnahme der Muffen, deren Stärke so berechnet ist, dass sie von einer geringern Kraft zerbrechen, als die ist, welche die Walzen selbst zerbrechen würde. Man giebt den Muffen stets viel Spielraum, weil die Achsen einer und derselben Walzenlinie selten genau eine und dieselbe horizontale Lage haben; in allen Fällen muss dieser Spielraum um so bedeutender seyn, je kürzer die Kuppelungswellen sind.

Da die Zapfen sich durch ihre Reibung und durch die Temperatur, welche der Walzenkörper in Folge seiner Berührung mit dem glühenden Eisen erlangen muss,

erhitzen: so müssen sie durch Strahlen von kaltem Waseer stets abgekühlt werden. Durch diese Vorsichtsmaassregel wird die Maschine sehr erhalten und ihr Betrieb erleichtert.

Die Getriebegerüste sind in zwei Stücken gegossen, nämlich die Ständer für sich und die Kappen ebenfalls für sich; beide Theile werden darauf durch starke Bolzen und Muttern vereinigt. Die Einrichtung eines Getriebegerüstes ist fast dieselbe, wie die eines Walzengerüstes; es ist bei jenen, wie bei diesen, ein Haupterforderniss, dass die verschiedenen Theile genau zueinander passen, dass sie fest zwischen den Ständern liegen und durch die Kappe recht fest gehalten werden. Man unterscheidet bei einem Getriebe den Kranz, welcher mit den Zähnen versehen ist, die Zapfen und die Angriffszapfen; der mittlere Durchmesser des Kranzes ist gleich dem mittlern Durchmesser der Walzen; seine Breite und die Stärke der Zähne hängen von dem Widerstande und den Stössen ab, denen sie unterworfen sind.

Die Dimension und Geschwindigkeit der Walzen sind in sehr ausgedehnten Grenzen verschieden, und zwar nach der Beschaffenheit der zu producirenden Eisensorten; demnach beträgt der mittlere Durchmesser zwischen 0,18 bis 0,60 Meter; die Länge des Körpers 0,25 bis 2,00 Meter und die Anzahl der Umgänge in der Minute 25 bis 250. Wir wollen es später untersuchen, welches die Zahlen seyen, die man in den verschiedenen Fällen anzunehmen genöthigt ist.

Von den Fundamenten. — Alle Ständer eines Walzwerks sind gewöhnlich mittelst ihrer Schwelle auf Sohlplatten befestigt, welche aneinander liegen, und welche durch zwei horizontale hölzerne Gerüste oder Schwellverbindungen getragen werden und mit denselben durch senkrechte Bolzen verbunden sind. Zwischen den beiden hölzernen Schwellwerken ist ein bedeutender Zwischenraum, welcher den Hammerschlag und das Wasser aufnimmt, womit die Walzen abgekühlt werden. An der äussern Seite sind sie mit einem Mauerwerke von 0,60 bis 0,80 Meter versehen und ruhen übrigens auf einem Mörtelbett, welches hinreichende Festigkeit hat, um sich gar nicht setzen zu können.

Zu Erreichung einer grössern Dauer wird das hölzerne Schwellwerk zuweilen durch eine Mauer von behauenen Steinen ersetzt; allein das Walzwerk entbehrt alsdann der allen Maschinen, die einen variabeln Widerstand leisten müssen, nothwendigen Elasticität, und es können dadurch sowohl an den Gerüsten, als auch an den Walzen selbst, häufige Brüche herbeigeführt werden.

Der Gebrauch, die Gerüste unmittelbar auf das Schwellwerk aufzuschrauben, ist jetzt ganz aufgegeben, und die Festigkeit, welche eine Sohlplatte allen Theilen des Systems gewährt, hat unbestreitbare Vorzüge; ausserdem gestattet diese Einrichtung eine sehr bequeme Verrückung und Versetzung der Gerüste, sowie auch eine sehr genaue Regulirung des Parallelismus der Walzenachsen, wodurch eine unerlässliche Bedingung erfüllt wird.

Nebenapparate. — Die zum Betriebe eines Walzwerks nothwendigsten Nebenbestandtheile, sind die folgenden:

1) Krahne oder Winden, welche dazu dienen, die Walzen aus ihren Gerüsten herauszunehmen und wieder hineinzulegen.

2) Gusseiserne Platten, sogenannte Einlassplatten, welche vor der untern Walze, und zwar auf der Seite liegen, auf welcher das Eisen in die Kaliber gebracht wird, und welche die Stäbe unterstützen.

3) Aus Stücken Gusseisen, Blech oder verstahltem Schmiedeeisen, Abstreifplatten genannt, welche den Kalibern auf der Seite, wo das Eisen aus denselben herauskommt, gegenüber liegen, und welche das Umwickeln der Stäbe um die untere Walze verhindern.

4) Aus Führern von Schmiede- oder Gusseisen.

5) Aufgehängte Hebel *(aviots)*, mittelst denen der Arbeiter das Stück bei seinem Hervortreten aus dem Kaliber ergreift und es über die oberste Walze wiederum auf die Eingangsseite zurückgiebt, so dass es nun durch das nächste Kaliber gelassen werden kann.

6) Aus Zangen mit platten oder krummen Schnäbeln von mehrern Dimensionen, womit die Luppenstücke und Stäbe gefasst werden, um sie in die Kaliber einzuführen und sie aus denselben herauszunehmen.

Von den Scheeren.

Zweck dieser Maschinen. — Die Scheeren sind Apparate, deren man sich dazu bedient, die Stäbe zur Bildung der Pakete zu zerschneiden, die rauhen und fehlerhaften Enden von den vollendeten Stäben abzuschneiden, um die aus dem Walzwerke kommenden Blechtafeln zu beschneiden etc.

Die Scheeren wirken warm und kalt und erhalten im Allgemeinen ihre Bewegung von derselben Triebkraft, wie die Walzwerke, die sie bedienen. Bei der Fabrication der feinen Eisensorten wendet man zuweilen durch Menschenkraft bewegte Scheeren an, die hin und wieder auch auf eisernen Wagengestellen ruhen, so dass sie transportirbar sind.

Grosse Scheeren. — Es bestehen dieselben aus zwei Haupttheilen, aus dem Gerüste oder der Docke und der eigentlichen Scheere.

Die Gerüste oder Docken bilden den feststehenden Theil des Apparats und sind mit einem angegossenen Schwell versehen, der mittelst Schraubenbolzen mit dem Schwellwerke verbunden ist. Durch ihren obern Theil geht die Drehungsachse oder der Nagel der Scheere, und die eine von diesen Docken ist mit einer eisernen und verstahlten, oder mit einer Gussstahlplatte oder Schneide versehen.

Die eigentliche Scheere besteht aus dem Kopfe mit dem Auge für den Nagel und mit der Schneide und aus dem Schwanze oder Schenkel, welcher die Impulsionen der Triebkraft aufnimmt und sie dem Kopfe mittheilt. Die Schenkel sind entweder gerade oder gebogen. Die Scheeren mit geradem Schenkel werden durch eine excentrische Scheibe bewegt, Taf. 54, die auf der Triebwelle angebracht worden ist; die Scheeren mit gebogenen Schenkeln, entweder ebenfalls mit einer excentrischen Scheibe, oder durch eine Kurbel mit einer eisernen Kurbelstange (Taf. 55), welche man stets ziehend wirken lässt.

Die Scheeren machen gewöhnlich 25 bis 40 Schnitte in der Minute, jenachdem sie zum Zerschneiden gröberer oder feinerer Eisensorten angewendet werden; selten nur lässt man sie schneller gehen. Die Triebkraft, welche sie erfordern, ist sehr verschieden, aber unbedeutend; bei der Bestimmung der Triebkraft der Walzwerke im Allgemeinen berücksichtigt man sie daher nur wenig, da sie nur einen geringen Bruch von derjenigen Kraft bildet, welche die Hämmer und Walzwerk bewegt.

Von den Blättern oder Schneiden der Scheeren. — Die Scheerenschneiden müssen sehr sorgfältig in dem Gusseisen, welches sie aufnimmt, befestigt seyn, auch müssen sie stets dicht aneinander liegen, wenn die schneidenden Schenkel geschlossen sind. — Beide Schenkel müssen vollkommen miteinander verbunden seyn; der Kopf muss daher zwischen den beiden Docken genau eingelassen seyn; die Bewegungsachse muss genau senkrecht auf der senkrechten Bewegungsebene stehen, und es muss ein Führer angewendet werden, dessen Einwirkung auf das Schwanzende die beiden Schneiden stets zu nähern sucht. — Die Blätter oder Schneiden bestehen entweder aus Eisen und sind mit raffinirtem Stahle verstahlt, oder sie bestehen gänzlich aus Gussstahl; die Vorzüge dieser letztern sind unbestreitbar, besonders wenn man das Eisen warm zerschneiden muss. Ein Paar Schneiden von Gussstahl können drei Monate lang 8 bis 10 Stunden täglich schneiden, ohne dass sie wesentliche Reparaturen erfordern, während dass sie, wenn sie aus jeder andern Substanz bestehen, alle 8 bis 14 Tage ausgewechselt werden müssen.

Sicherheitsvorrichtungen an den Scheeren. — Alle Scheeren für grobe Eisensorten müssen auf der Seite, wo der Arbeiter steht, mit einer Vorrichtung (*garde*) von Schmiedeeisen versehen seyn, die an den Fuss der Docke befestigt, und deren Zweck es ist, es zu verhindern, dass der Stab, statt zerschnitten zu werden, sich auf der Schneide umbiege. Der Mangel dieser Vorrichtung und ein etwas zu starker Spielraum in dem Auge, was den Nagel aufnimmt, oder zwischen den Docken, kann den Bruch der stärksten Scheeren veranlassen.

Sollen die Stäbe in Stücke von recht gleicher Länge zerschnitten werden, so bringt man ausserhalb der Scheere einen eisernen Aufhalter an, dessen Entfernung von dem Rande der festen Schneide gleich der Länge ist, welche man einem jeden Stücke geben will. Der zwischen dem erst erwähnten Bügel (*garde*) und der untern Schneide eingesteckte Stab wird schnell bis zum Aufhalter vorgestossen und in dieser Lage erhalten, bis dass er zerschnitten ist.

Da die Längen der Stäbe sehr verschieden seyn müssen, so giebt man dem Aufhalter eine solche Einrichtung, dass er auf einer festliegenden und getheilten Stange verschoben und an dem Theilpuncte, welcher der geforderten Länge entspricht, durch eine Druckschraube befestigt werden kann.

Eine gute Scheere kann 0,05 bis 0,07 Meter starke Stäbe in der Kälte zerschneiden; warm zerschneidet sie aber noch viel stärkere Stücke. Sollen, wie es oft der Fall ist, sehr schwere Stäbe zerschnitten werden, so ist es zweckmässig, vor dem Aufhalter eine gusseiserne Platte anzubringen, welche einen Theil von dem Gewichte des Stabes tragen kann, damit der Arbeiter diess nicht selbst zu thun brauche.

Blechscheeren. — Diese Scheeren (Taf. 56, Fig. 1—9) unterscheiden sich von den gewöhnlichen Stabeisenscheeren nur durch die grössere Länge ihrer Schneiden, ferner dadurch, dass die Drehungsachse unter der Horizontalebene der untern Schneide befindlich ist, sowie auch durch die Form der Docke, welche mit einem langen und platten Theile versehen ist, der sich von Vorn nach Hinten ausdehnt, und auf welchen der Rand der zu beschneidenden Blechtafeln liegt; eine solche Einrichtung ist bei den Blechscheeren unerlässlich. Zum Beschneiden sehr dünner Blechsorten wendet man oft Scheeren mit sehr langen Schneiden an, die mit der Hand bewegt werden; ihre Einrichtung ist sehr einfach und beruht auf den aufgestellten Grundsätzen.

Scheeren für feine Eisensorten. — Von den grossen Scheeren unterscheiden sie sich nur dadurch, dass sie weit schwächer sind, und dass sie schneller wirken; wir glauben es nicht nöthig zu haben, uns bei ihnen aufzuhalten und wir begnügen uns mit der Bemerkung, dass eine gut eingerichtete Hütte eine selbst mehr als hinreichende Anzahl guter Scheeren haben müsse, indem ein grosser Theil der Fabrication auf ihrer Anwendung beruht, und daher eine Betriebsunterbrechung stattfinden könnte, wenn, was so leicht der Fall ist, mehrere zu Bruche gingen und man sie nicht sogleich wieder herstellen, oder sie nicht durch andere ersetzen könnte.

Bewegliche Scheeren. — Diese kleinen Apparate (Taf. 56, Fig. 10 u. 11) werden sehr häufig zum Abschneiden der Enden, oder zum Zerschneiden der feinen Eisensorten angewendet. Sie bestehen aus einer Docke, die auf einer mit vier Rädern versehenen Grundplatte befestigt ist, haben einen eisernen Schenkel, der sich um die Achse an der Docke dreht und in der Richtung der ihm von der Hand ertheilten Bewegung durch eine Leitung erhalten wird, welche an der Sohlplatte befestigt ist. Dieses letztere Stück muss schwer seyn, um dem ganzen Apparate Stabilität zu geben, und auch dem Balancier muss man ein gewisses Gewicht geben, wenn man bedeutende Effecte erreichen will.

Abrichtplatten.

Die Abricht- oder Richtplatten sind einfache, gusseiserne, 0,60 bis 0,80 Meter breite und 6 bis 7 Meter lange Platten, die man auf der Ausgangsseite der Schlichtwalzen, 0,40 bis 0,50 Meter über der Hüttensohle, anbringt. Man legt die fertig gewalzten Stäbe darauf nieder und richtet diese auf ihnen mittelst hölzerner Schlägel, während sie noch rothglühend sind, gerade und lässt sie dann erkalten, ehe man sie zur Scheere bringt, um die Enden abzuschneiden.

Zuweilen bringt man an jedem Ende der Platte eine kleine Handscheere an, mittelst welcher man schwache Stäbe unmittelbar beschneidet. Diese sehr bequeme Einrichtung ist in den Figg. 12 und 14 der Taf. 56 dargestellt; in sehr vielen englischen Hütten erhalten diese Scheeren ihre Bewegung von der allgemeinen Triebkraft.

Wir haben hier nur von denjenigen Apparaten geredet, die in allen Hütten vorhanden sind; die sich auf gewisse Betriebszweige beziehenden werden bei diesen verschiedenen Fabricationszweigen beschrieben werden.

Bearbeitung des Eisens aus dem Groben.

(Dégrossissage du fer.)

Die Bearbeitung des Eisens aus dem Groben ist ein Process, der auf die aus den Puddelöfen und Frischfeuern hervorgehenden Luppen angewendet wird. Sie besteht, wenn sie vollständig ist, aus dem Zängen der Luppen mittelst des Quetschwerks oder des Hammers, wodurch die Luppen in Schirbel verwandelt werden, und aus dem Ausstrecken derselben zu Rohschienen, oder Eisen Nr. 1, mittelst der Luppen- oder Puddelwalzwerke. Häufig erfolgt das Zängen und Ausstrecken mit einem und demselben Walzwerke, und in einigen Fällen begnügt man sich damit, die Stücke unter dem Hammer zu bearbeiten. Von den Hämmern und den Quetschwerken haben wir schon

geredet; hier wollen wir uns zuvörderst mit den Luppen- oder Puddelwalzwerken beschäftigen.

Luppen- oder Puddelwalzwerke.

Ein gut eingerichtetes Luppenwalzwerk besteht gewöhnlich aus zwei Gerüsten, von denen das erstere spitzbogige und quadratische und das andere flache Kaliber enthält. Beide Arten von Kaliber auf den Walzen eines und desselben Gerüstes anzubringen, ist nicht mehr gebräuchlich und wird fast in keiner Hütte mehr angewendet.

Die Puddelwalzen haben einen mittlern Durchmesser von 0,40 bis 0,50 Met., und eine Geschwindigkeit von 30 bis 40 Umgängen in der Minute. Starke Walzen sind die günstigsten für den Betrieb, und eine Geschwindigkeit von 35 Umgängen ist bei gut schweissendem Eisen nicht zu bedeutend, wenn sie die Kraft des Motoren gestattet; man bedarf in diesem Falle einer Maschine von 40 Pferdekräften.

Beschreibung. — Die Vorrichtung, auf die wir uns beziehen (Taf. 57), besteht:

1) Für die Mittheilung der Bewegung aus einer im Querschnitte kreuzförmigen Welle, die mit Ein- und Ausrückung versehen ist, und die in ihrer Mitte auf einer beweglichen Gabel ruht, deren Fuss auf der Sohlplatte befestigt ist.

2) Aus einem Gerüste mit Getrieben, welche mit jener Welle zusammengekuppelt sind.

3) Aus einem Luppen-Streckwalzgerüste, die Walzen mit spitzbohrigen Kalibern, deren Körper 0,20 Meter lang ist und 0,48 Meter im Durchmesser hat.

4) Aus einem Luppen-Schlichtwalzwerke, die Walzen mit flachen Kalibern und 1,40 im Körper lang.

Das ganze Walzwerk ruht auf 4 Sohlplatten, von 1,98 Meter Breite und von 0,06 Meter Stärke, die eine ganze Länge von 9,35 Meter bilden. Diese Grundplatten, die in der Mitte mit Oeffnungen versehen sind, so dass der Hammerschlag von den Walzen durchfallen kann, liegen aneinander und sind durch lange Bolzen mit dem hölzernen Schwellwerke verbunden. An der obern Fläche sind sie mit 4 parallelen Linien etwas erhöhter Leisten versehen, die 0,06 Meter breit und genau abgerichtet sind; sie nehmen die Ständer auf, die zwischen zwei parallelen schwalbenschwanzartigen Randleisten, die 0,06 Meter hoch sind und 1,81 Meter auseinander liegen, eingeschoben worden.

Jeder Ständer ist eines Theils durch 4 Schraubenbolzen befestigt, die unter den Sohlplatten mit Spliethen versehen sind, und andern Theils durch eine Verkeilung zwischen die Randleisten der Platte.

Die Schwellwerke, welche mit denen der Bewegungsmittheilung verbunden, sind 9,50 Meter lang und 1,47 Meter hoch. Sie stehen auf einem Bette von Mörtel oder Cement und werden auf den Seiten durch 0,80 Meter starke Mauern festgehalten. In England wendet man sehr häufig die in Fig. 4, Taf. 57 dargestellte Fundamentirung an.

Die Bewegung wird dem untern Getriebe durch eine 0,92 lange Welle mitgetheilt, die an ihren Enden kreuzförmig ist, um eine Ausrückung und eine Muffe aufzunehmen, in der Mitte aber zapfenartig ist, so dass sie von einer Gabel umfasst wird,

deren Fuss auf der Grundplatte befestigt worden. (Man sehe die einzelnen Theile auf Taf. 58.)

Die Kuppelungsgetriebe haben im Theilrisse 0,48 Meter Durchmesser und 13 Zähne von 0,39 Meter Länge und einer Theilung von 0,116 Meter. Die Zapfen sind 0,30 Meter stark und 0,26 Meter lang; die Angriffszapfen 0,270 Meter auf 20 Meter. Jeder Zapfen bewegt sich zwischen 4 Pfannen von Rothguss, deren Stellung durch eiserne Keile regulirt werden kann. Die des untern Theiles von dem Gerüste sind auf gusseisernen Trägern befestigt; die übrigen auf Lagern, die zwischen den Ständern angebracht sind. Die Kappe des Ständers wird durch zwei Schrauben festgehalten, deren unterer Theil in die Säulen eingelassen ist, und deren oberer Theil von 0,065 Meter Durchmesser ein flaches Schraubengewinde von 0,18 Meter hohen Gang enthält, welches eine Schraubenmutter und eine Gegenschraube aufnimmt, welche fest angezogen werden (Fig. 1—3, Taf. 58).

Die Walzen sind mit Zapfen und Angriffszapfen von denselben Dimensionen, wie die Getriebe, versehen. Die drei Pfannen der untern Walze sind in dem Ständer selbst angebracht; die der obern Walze in Lagern (Fig. 4, 6, 7 und 9). Die 4 Seitenpfannen werden eine jede mittelst zwei Keilen regulirt, die aufeinander verschiebbar sind (Fig. 9), und die in eine Schraube mit Mutter zum Stellen endigen. Der feste Keil ist mit zwei Verstärkungen versehen, welche gegen die Pfannen von Rothguss treten. Die drei übrigen Pfannen werden durch gewöhnliche Keile regulirt. Die untern Zapfen sind durch Blechtafeln geschützt, so dass der Hammerschlag nicht zwischen die Pfanne und den Zapfen geräth. Das obere Lager, welches mit den an der Seite befindlichen mittelst Schraubenbolzen verbunden ist, ist oben mit einer Sicherheitsbüchse versehen, auf welche die Druckschraube wirkt; diese letztere hat einen Durchmesser von 0,13 Meter und einen flachen Gang von 0,034 Meter und geht durch eine Mutter von Rothguss, welche in der Kappe befestigt ist.

Die beiden Ständer eines Gerüstes sind durch eiserne Bolzen miteinander verbunden. Ueber den beiden Gerüsten hängt an eisernen Stangen von dem Gebälke herab eine starke, eiserne, horizontale Stange, auf der sich mit Spuren versehene Rollen bewegen, von denen Ketten herabgehen, an welchen die grossen Zangen oder Haken zum Ueberheben der Luppenstücke und Rohschienen über die obere Walze angehängt werden.

Das erste Gerüst mit den spitzbohrigen Kalibern ist mit einer Einlassplatte und mit einer Abstreifplatte, beide von Gusseisen, versehen; dieselben ruhen auf starken eisernen Stäben, welche in den Rinnen angebracht sind, die die Ständer auf der Seite enthalten (Fig. 10 und 11).

Das zweite Gerüst mit flachen Kalibern ist vorn mit einer einfachen, runden, 0,06 Meter starken Stange, an der hintern Seite aber mit Abstreifmeisseln versehen, deren Haken gegen eine quadratische, 0,08 Meter starke Stange treten, die ebenfalls in den Nuthen der Ständer eingelassen ist; ausserdem sind diese Walzen noch mit untern Abstreifmeisseln versehen, welche gegen die Randleisten der Sohlplatte treten. Diese letztern Abstreifeisen haben jedoch nur dann Nutzen, wenn die erstern fehlen (Fig. 12 und 13).

Die Vertheilung des Wassers auf die Zapfen wird mittelst kleiner kupferner Röhren bewirkt, die an dem Boden einer hölzernen, auf den Kappen der Ständer ruhenden Rinne angebracht sind. In diese Rinne gelangt mittelst eines Hahns aus

einem Behälter, der durch eine Pumpe gespeiset wird, ein ununterbrochener Wasserstrahl. Es werden etwa 25 bis 35 Liter in der Minute verbraucht.

Kaliber der Walzen. — Die spitzbohrigen Kaliber des ersten Gerüstes sind zu gleichen Hälften in der obern, oder Patrizenwalze und in der untern, oder Matrizenwalze, vertheilt; nur giebt man den erstern einen um einige Millimeter stärkern Durchmesser, als den zweiten, so dass der Stab bei seinem Heraustreten aus dem Kaliber mehr das Bestreben hat, sich auf die Abstreifplatte zu legen, als sich zu erheben; es ist diess eine allgemeine Regel. Das tiefste Kaliber ist stets so nahe, als möglich, an den Zapfen angebracht, wodurch die Möglichkeit der Brüche sehr vermieden wird; es muss weit genug seyn, um eine nicht unter dem Hammer gezängte Luppe aufnehmen zu können, und man giebt ihnen zu diesem Ende eine Höhe von 0,16 bis 0,18 Met. und eine Weite von 0,19 bis 0,21 Meter, damit das Stück der Breite nach nicht zusammengedrückt werde. Die Kreisbogentheile, welche die Seiten des Kalibers bilden, sind mit einem ihrer Breite gleichen Halbmesser beschrieben worden.

Abnahmegesetz der Kaliber. — Wir wollen zuvörderst einige allgemeine Bemerkungen über die Anfertigung der Kaliber überhaupt und dann über die der Puddelwalzen insbesondere machen. Das Eisen kann zwischen den Walzen die verlangten Formen und Dimensionen nicht auf einmal erlangen, sondern es muss, um dahin zu gelangen, mehrmals gewalzt und durch stets kleiner werdende Kaliber geführt werden, deren Dimensionen so berechnet werden müssen, dass das Eisen bei dem Verlassen der letztern die Form, das Gewicht und die Dimensionen, die es haben soll, erlangt hat, und dass es keine Kantenrisse, Schiefern, keinen Glühspan oder andere Mängel irgend einer Art habe. Die hauptsächlichste Schwierigkeit bei der Construction oder Verzeichnung der Kaliber besteht in der Bestimmung der Grösse, nach welcher die aufeinander folgenden Kaliber abnehmen müssen. Bei der Lösung dieser Aufgabe muss der Hüttenmann auf die Beschaffenheit des Eisens, auf die Form, die Dimensionen und die Zusammensetzung der Pakete, auf die Kraft und Geschwindigkeit der Walzen, auf die Kraft der Bewegungsmaschine, auf die Veränderungen, welche das Eisen während des Walzens in seiner Form, seinen Dimensionen, seiner Temperatur, seiner Härte erleidet, sowie auf die Art des Ausschweissens und Wärmens und die dabei angewendete Temperatur Rücksicht nehmen.

Man sucht natürlich die relativen Durchschnitte der Kaliber in einem möglichst starken Verhältnisse abnehmen zu lassen, um die Walzarbeit zu beschleunigen, und um nur die durchaus erforderliche Anzahl von Kalibern und Walzen anzuwenden. Jedoch giebt es viele Umstände, welche die rasche Abnahme der Kaliberdurchschnitte hindert; es gehören dahin hauptsächlich die Nothwendigkeit einer regelmässigen Arbeit, und die Vermeidung von Kantenrissen. Es muss nicht allein der aus einem Kaliber herauskommende Stab ungehindert in den folgenden eingeführt werden können, sondern es darf auch der Druck der Walzen nicht so stark seyn, dass das Eisen in den kleinen, zwischen beiden bleibenden Zwischenraum eindringen kann. Das Verhältniss zwischen dem Querschnitte der Kaliber kann um so schneller abnehmen, je bedeutender die Umlaufsgeschwindigkeit der Walzen ist, je stärker sie sind, je bedeutender die Triebkraft, je wärmer und je leichter das Eisen zu bearbeiten ist, und je weniger Veränderungen die geometrische Form der Stäbe bei dem Uebergange eines Kalibers zum andern erleidet. Man wird daher einsehen, dass es unmöglich ist, bei der Construction der Kaliber bestimmte und unveränderliche Gesetze anzuwenden. Es ist diese Construction

der Kaliber eine sehr schwierige und kostbare Arbeit, die viele Versuche und eine lange Praxis erfordert; es ist diess besonders bei den Kalibern zu Eisenbahnschienen und sonstigen complicirten Eisenformen der Fall.

Sowie nun bei allen Walzkalibern im Allgemeinen, so kann auch bei denen der Luppen oder Puddelwalzen kein allgemeines Gesetz angewendet werden, sondern es hängt diess hauptsächlich von der Beschaffenheit des Eisens ab. Luppen von schlechtem Eisen, welche nur wenig Festigkeit haben und schlecht geschweisst sind, müssen bei'm Durchwalzen durch die ersten Kaliber geschont werden, damit sie nicht auseinander gehen; während eine schon gehörig gereinigte Luppe im Anfange rascher ausgestreckt werden kann und dagegen am Ende ihrer Bearbeitung geschont werden muss, weil sie alsdann schon eine bedeutende Härte erlangt hat und ihr Ausstrecken die Maschine sehr angreift. Im Durchschnitte kann man das Verhältniss von 14 zu 10 annehmen; allein es ist zuweilen der Fall, und hauptsächlich, wenn man die Anzahl der Kaliber vermindern muss, dass man ein stärkeres Verhältniss befolgt, wie, z. B., das von 16 zu 10. In diesem Falle lässt man das Eisen zwei Mal durch ein und dasselbe Kaliber gehen, indem man es bei'm zweiten Durchgange ein Viertel um sich selbst dreht, und man erhält alsdann eine geringere Stärke, als der Durchschnitt des Kalibers selbst beträgt, indem, wie schon bemerkt, sie breiter, als höher sind.

Unter den spitzbogigen Kalibern giebt es auch fast immer eins von ovaler Form, dessen man sich zum Abplatten des Eisens bedient, wenn man sehr breite Stäbe auswalzen will; und ausserdem haben die Streckwalzen auch gewöhnlich noch mehrere quadratische Kaliber für gewisse sehr starke, verkäufliche Eisensorten, z. B., Roststäbe, oder auch Quadratstäbe zu Paketen.

Construction der spitzbogigen Kaliber. — Man wendet dabei drei Methoden an. Die erste Methode wird durch Fig. 8, Taf. 51, verdeutlicht. Auf einer geraden Linie werden aus dem Puncte *a* auf jeder Seite die Hälften des Kreisdurchmessers nach *b* und *c* hin aufgetragen. Die Linie *b c* gleicht dem Durchmesser, in 4 gleiche Theile getheilt und die Theilpuncte *d* und *e* bemerkt. Sodann errichtet man von der Mitte *a* aus die senkrechte Linie *a f*, beschreibt von *d* und *e* mit der Weite *b e* = *c d* die Bogen *g* und *h*, welche sich in *f* schneiden. Die Linie *a f* theilt man in 4 gleiche Theile und trägt einen solchen Theil auf den Bogen *g* von *b* nach *n*, und auf dem Bogen *h* von *c* nach *m*, trägt ferner die Hälfte dieses Theils, also $\frac{1}{8}$ *a f*, auf die gerade Linie von *c* nach *o* und von *b* nach *p* ab. Die beiden Puncte *m o* und *n p* werden durch einen Kreisbogen verbunden, der die Länge *a c* = *a b* zum Halbmesser hat. Die auf diese Weise gebildete Figur *o m h f g n p* bildet dann das einzudrehende Kaliber für die eine Walze, welches für die zweite ganz ebenso construirt wird. Die gedrückte Gestalt der Kaliber trägt hauptsächlich zum Ausquetschen und Reinigen des auszustreckenden Eisens von den Schlacken, wie auch zur Beschleunigung der Walzarbeit bei. Durch die gebrochenen Kanten *o m* und *p n* bilden sich an den gewalzten Stäben diesen ähnliche Erhöhungen oder Nähte, welche grösstentheils wieder dadurch entfernt werden, dass der Stab durch das engste Kaliber zwei Mal durchgewalzt und bei dem zweiten Durchgange so umgedreht wird, dass die Nähte nach dem obern und untern Winkel des Kalibers zu liegen kommen. Hätten die Kaliber diese verdrückte Gestalt nicht, so würden sehr dünne Nähte entstehen, die zu schnell kalt werden würden, um sie in dem nächstfolgenden Kaliber entfernen zu

können. Das letzte Kaliber dagegen braucht diese verdrückte Gestalt nicht zu erhaten, weil das Eisen, wenn es dahin gelangt, kalt genug ist, so dass keine Nähte mehr entstehen.

Zweite Methode (Fig. 9, Taf. 51). — Man beschreibe den Kreis *aipl* mit dem der Tiefe des Kalibers gleichen Halbmesser und ziehe von der einen Seite die aufeinander senkrechten Durchmesser *ap, li* und auf der andern Seite die Durchmesser *ef, hg*, welche die rechten Winkel *aci* und *acl* in zwei gleiche Theile theilen. Aus *e* als Mittelpunct beschreibe man den Kreisbogen *ani* mit dem Halbmesser *ea*, und ebenso beschreibe man den Bogen *aml*. Man theile *ca* in 6 gleiche Theile und trage einen derselben von *i* nach *d* und von *l* nach *b*. *bd* wird alsdann die Breite des Kalibers seyn. Man ziehe die gerade Linie *mqn* parallel mit *ni*, so dass *qc* gleich $\frac{1}{3}$ des Halbmessers sey. Darauf beschreibe man aus den Puncten *d, n, b, m*, als Mittelpuncten, und mit dem Halbmesser *ap* Bögen. Die Durchschnitte derselben geben die Mittelpuncte der Bögen *nd* und *bm*, welche man mit demselben Halbmesser *ap* beschreibt, um die Hälfte *bmand* des Kaliberdurchschnittes zu vollenden.

Dritte Methode (Fig. 10, Taf. 51). — Man nehme die gerade Linie *ab* gleich dem Kaliberdurchmesser und errichte aus ihrer Mitte die Senkrechte *cd* gleich dem Halbmesser. Aus den Puncten *a* und *b* als Mittelpuncten und mit einem Halbmesser = *ab* beschreibe man die Bögen *ao* und *bo*, aus dem Puncte *d* als Mittelpuncte mit demselben Halbmesser die Bögen *r* und *s*, und aus diesen beiden Puncten als Mittelpuncten und noch mit demselben Halbmesser die Bögen *bd* und *da*. *adb* wird alsdann das Profil eines halben Kalibers seyn. Man rundet den Winkel *d* etwas ab und erweitert *a* und *b*.

Kaliber der Luppen-Schlichtwalzen. — Die Kaliber für die Rohschienen bestehen, wie die für jedes Flacheisen, aus vorspringenden Theilen, Kaliberrinnen oder Patrizen, und aus den correspondirenden Kalibervertiefungen oder Matrizen. Die Zusammendrückung des Eisens erfolgt zwischen den Patrizen der obern und den Matrizen der untern Walze. Da die Patrizen in die Matrizen eingreifen, so müssen sie auch nothwendig ineinander passen.

In Frankreich bestehen diese flachen Kaliber der Luppen-Schlichtwalzen gewöhnlich aus drei Reihen: Die erstere mit drei Kalibern, für Flacheisen von 0,135 Meter Breite; die zweite, ebenfalls mit drei Kalibern, für Eisen von 0,81 Meter; und die dritte, nur mit zwei Kalibern, für Eisen von 0,054 Meter. Die Summe der Breite dieser beiden letztern Sorten ist gleich der Breite der erstern, damit bei der Bildung der Pakete 2 schmale Stäbe gänzlich von einem breiten bedeckt werden können. Die obigen Dimensionen sind hinreichend, um Pakete für alle gewöhnlichen Eisensorten bilden zu können; die für einige besondere Fälle zweckmässigen sollen bei diesen speciellen Fabricationen angegeben werden (Fig. 20, Taf. 58).

In Belgien giebt das eine Schlichtwalzengerüst eines Puddelwalzwerks mittelst 4 Kalibern Flachstäbe von 6 Zoll, und mittelst 3 Kalibern solche von $3\frac{1}{2}$ Zoll. Die Kaliber der ersten Reihe sind resp. $5\frac{5}{8}$, $5\frac{6}{8}$, $5\frac{7}{8}$ und 6 Zoll breit, und 80, 58, 45 und 39 Millimeter hoch. Die 3 andern Kaliber sind resp. $3\frac{2}{8}$, $3\frac{3}{8}$ und $3\frac{1}{2}$ Zoll breit, und 49, 40 und 39 Millimeter hoch.

Die zweite Schlichtwalze giebt Flachstäbe von 5 und 4 Zoll Breite. Die resp. Breiten der Kaliber der ersten Reihe sind $4\frac{5}{8}$, $4\frac{6}{8}$, $4\frac{7}{8}$ und 5 Zoll, und die Höhen be-

tragen 76, 72, 64 und 57 Millimeter. Resp. Breiten der Kaliber der zweiten Reihe: $3\frac{5}{8}$, $3\frac{6}{8}$, $3\frac{7}{8}$ und 4 engl. Zoll; Höhen: 60, 53, 51 und 49 Millimeter.

Die Stärke der fertigen Rohschienen beträgt in Belgien gewöhnlich 1 Zoll; man kann sie durch Entfernung oder Näherung der beiden Walzen vermehren oder vermindern.

Man ersieht schon aus der ganzen Einrichtung der Flacheisenwalzen, dass die obere und die untere nicht, wie bei den Rund- und Quadrateisenwalzen, eine symmetrische gegenseitige Lage haben; die Stärke des Eisens ist gänzlich in der Matrizenwalze vorhanden, deren Kaliber tief genug sind, dass die Patrizen der obern Walze ohngefähr 0,02 Meter eingreifen können. Der stärkste Durchmesser der letztern Walze ist gleich der Entfernung zwischen beiden Achsen; der Durchmesser der untern oder Matrizenwalze ist um etwa 0,05 Meter, d. h. um das Doppelte des Eingreifens stärker. Man kann, wie schon bemerkt, durch diese Einrichtung, verschiedene Eisenstärken mittelst derselben Kaliber erhalten, indem man die obere Walze gehörig stellt; und wenn man zu den schwächsten Dimensionen gelangen will, so lässt man die Stäbe mehrmals hintereinander durch ein und dasselbe Kaliber gehen, indem man nach jedem Durchgange die Druckschraube der Ständer anzieht.

Die ersten, sehr stark vertieften Kaliber einer jeden Reihe werden stets in der Nähe der Zapfen angebracht und werden ausserdem sehr häufig mit abgeschärften Kanten versehen, wodurch die Seitenringe sehr verstärkt werden. Die geringe Erweiterung der Kaliber von Innen nach Aussen ist erforderlich, damit die Stäbe leicht aus den Kalibern herausgehen.

Die Breite der flachen Kaliber bei einer und derselben Reihe ist bei den Stabeisenwalzen, bei denen man schon sehr reines Eisen anwendet, welches Stäbe mit scharfen Kanten giebt, von der ersten bis zur letzten nur sehr wenig verschieden. Bei den Luppenwalzen aber ist es sehr zweckmässig, die Kaliber nach und nach etwas breiter zu machen; eines Theils, weil die noch sehr wenig gleichartige Eisenmasse wirklich mehr Tendenz sich auszudehnen hat, und andern Theils, weil man den Seitendruck und folglich die Arbeit vermindert; endlich, weil es gänzlich gleichgültig ist, ob man Stäbe mit scharfen oder mit etwas stumpfen Kanten erhält.

Das Verhältniss, welches man zwischen den Querschnitten der Kaliber einer und derselben Reihe annehmen muss, hängt grösstentheils von der Wirksamkeit der Maschine ab; für die ersten Kaliber ist ein Verhältniss von 16 zu 10 vollkommen zweckmässig, während das von 15 zu 10 auf die letztern sehr gut anwendbar ist. Es fördert die Arbeit noch hinlänglich, weil bei den letzten Durchgängen das Eisen ziemlich kalt und sehr ausgestreckt ist. Jedenfalls ist es zweckmässig, es stets dann anzuwenden, wenn man eine recht kräftige Maschine hat, und wenn die Arbeit recht gefördert werden soll.

Arbeiterpersonal. — Die Bedienung eines Luppenwalzwerks erfordert in einer zwölfstündigen Schicht wenigstens 2 Arbeiter und 1 Handlanger, d. h., den Walzer, der auf der Eingangsseite der Walzen steht und 1 Abnehmer (*rattrapeur*) auf der Ausgangsseite, welcher den durchgewalzten Stab hinnimmt, und zu dessen Seite der dritte Arbeiter (*releveur*) steht, welcher mittelst des Hebezeugs (*aviot*) den Stab ergreift, um dem zweiten Arbeiter behülflich zu seyn, das Luppenstück oder den Stab über die obere Walze dem ersten Arbeiter zurückzugeben, der sie dann wieder abnimmt. Bei dem Streckwalzgerüste kann man die Hebevorrichtung weglassen, indem

man die Zange des zweiten Walzarbeiters so aufhängt, dass er das Stück selbst zu heben vermag; allein bei dem Schlichtwalzgerüste, wo man es mit langen Stäben zu thun hat, ist ein Gehülfe durchaus nothwendig.

Bei dieser Einrichtung arbeitet immer nur 1 Gerüst, und das Walzwerk bedient dann nur 5 Puddelöfen. Um es zweckmässiger zu benutzen, z. B., mit 10 oder 12 Oefen, ist es erforderlich, die Grobwalzen mit 2, und die Schlichtwalzen mit ebensoviel Arbeitern und letztere auch mit 1 Tagelöhner zu belegen.

Alle Arbeiter werden nach dem Gewichte des Products bezahlt, und zwar so, dass sie monatlich verdienen:

Der Meister	130 — 150 Fr.
Der erste Gehülfe	80 — 100 —
Der zweite Gehülfe	50 — 60 —
Der Tagelöhner	40 — 45 —

Betrieb des Puddelwalzwerks.

Anzuwendende Methode. — Die Art des zum Zängen der Luppen anzuwendenden Apparats hängt wesentlich von deren Beschaffenheit ab. Es lassen sich dabei hauptsächlich 3 Classen unterscheiden:

1) Schon reine und gut schweissbare Luppen.

2) Luppen, die sehr viel Schlacken enthalten, die aber ebenfalls gut schweissen.

3) Luppen, die gar keinen Zusammenhang haben.

Die Luppen der ersten Classe, zu denen diejenigen gehören, welche aus den Holzkohlenfrischheerden, oder vom Puddeln des Holzkohlenroheisens herrühren, können ebenso gut unterm Hammer, als unter dem Quetschwerke gezängt werden, ehe sie zum Walzwerke gelangen. Jedoch verdient, unseres Erachtens, das Quetschwerk den Vorzug, weil dessen Betrieb wohlfeiler ist, als der des Hammers, und dennoch hinreichend, wenn es sich nur darum handelt, der Luppe eine Form zu geben.

Luppen der zweiten Classe, welche im Allgemeinen durch das Verpuddeln von gutem Coaksroheisen producirt worden sind, müssen, unseres Erachtens, mit dem Hammer gezängt werden, besonders wenn das Eisen keine weitere Gerbung erleiden soll. Das Quetschwerk wirkt nicht kräftig genug, um alle zwischen den Eisentheilchen befindlichen Schlacken auszudrücken.

Die Luppen ohne allen Zusammenhang sind am Schwierigsten zu zängen, weil sie unter dem Hammer und zwischen den Walzen sehr leicht zerbrechen. Ihre Reinigung muss langsam und nach und nach bewirkt werden; ein Gerben der Rohschienen ist unerlässlich, und das Zängen mit dem Quetschwerke scheint daher das Zweckmässigste zu seyn. Man erleichtert die Bearbeitung zwischen den Walzen ganz ausserordentlich, wenn man solche Luppen einige Minuten lang, nachdem sie unter dem Quetschwerke gezängt worden sind, in den Schweissofen bringt, und wir müssen hier bemerken, dass dieses Verfahren im Allgemeinen für alle Luppen zweckmässig ist, besonders wenn man sie sogleich zu schwächern Stäben ausstrecken will, wie zu 0,04 Meter starken Kolben, oder zu 0,054 Meter breiten und 0,018 Meter starken Stäben.

Das Zängen der Luppen zwischen den Walzen können wir nicht für zweckmässig erachten; es geht damit nicht schneller, als mit den andern Zängemethoden, weil man die Luppen im Anfange sehr sorgfältig behandeln muss, und sie hat den

grossen Nachtheil, einen bedeutenden Abgang zu veranlassen und stets unreines Eisen zu geben. Der Druck der Walzen ist stets geringer, als der von dem Hammer oder von dem Quetschwerke hervorgebrachte, und kann unter keiner Bedingung dieselben Wirkungen hervorbringen. Dennoch tragen die Walzen noch sehr bedeutend zur Reinigung der unter dem Hammer gezängten Stücke bei, weil bei diesem Processe die reinigende Einwirkung, welche sich durch das Ausfliessen der Schlacke zeigt, und welche erst dann beginnt, wenn die Luppe zusammengedrückt ist, im Allgemeinen aufhört, sobald sie die Dimensionen des spitzbogigen Kalibers erreicht hat. In diesem Augenblicke wird die Wirkung der Triebkraft unzureichend, weil das Aeussere des Stücks erkaltet ist, und man muss durchaus Walzen anwenden, um diese Rinde zu zerbrechen, und um die Schlacken zu entwickeln, welche im Innern noch flüssig sind. Man darf annehmen, dass ein Zängeapparat, dessen Wirksamkeit man verstärken könnte, in dem Maasse, als die Luppe erkaltet, mittelst welchem man die Enden der Luppe leicht stauchen könnte, treffliche Resultate geben würde. Der schon in England, Deutschland, Belgien und Frankreich mit grossem Vortheile angewendete Nasmith'sche Hammer (siehe Taf. 50 und 51) scheint diesen verschiedenen Bedingungen zu entsprechen.

Von dem Zängen. — Das Zängen unter dem Hammer geschieht auf folgende Weise: Die fertigen Luppen werden in der weiter oben angegebenen Reihenfolge mit der Luppenzange von dem Puddelmeister aus dem Ofen genommen und bis zum Ambose geschleppt; dort nimmt sie der Hammerschmied zur Hand, um das Zängen auszuführen. An manchen Orten geschieht jedoch das Herausnehmen der Luppen aus dem Puddelofen und das Zängen nicht mittelst der Zange, sondern mittelst eines angeschweissten Stabes, von welchem wir schon weiter oben redeten.

Nachdem die Luppe einige Hammerschläge erhalten hat, wird sie gewendet, erhält wieder einige Schläge, wird abermals gewendet und erhält auf diese Weise die Gestalt eines Prisma's mit quadratischer Grundfläche. Darauf wird sie senkrecht zwischen die Chabotte und das eine Ohr des Hammerhelms gestellt, um sich zu stauchen, d. h., um ihre beiden Enden zu bearbeiten. Sie ist nun ein ziemlich vollständiges Prisma, 0,09 bis 0,11 Meter ($3\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll) in Quadrat stark, und heisst nun Stück, Luppenstück und Schirbel, die sofort zu den Zängewalzen kommen. Sollen die Schirbel nicht ausgewalzt werden, so verwandelt man sie in Platten von 0,04 bis 0,05 Meter Stärke. Das Zängen einer Luppe erfordert nur 20 bis 30 Hammerschläge.

Das Zängen in der Quetschmaschine geschieht auf eine ähnliche Weise, und haben wir davon weiter oben bei der Beschreibung der Quetschmaschine geredet. Auch hierbei darf das Stauchen der Luppe nie unterlassen werden.

Das Durchwalzen der Schirbel zwischen den Walzen geschieht, indem man gewöhnlich mit dem zweiten oder dritten Kaliber beginnt. Um Rohschienen von 0,081 Meter Breite und 0,018 Meter Stärke darzustellen, sind etwa 3 oder 4 Durchführungen durch die Streckwalzen, und 4 andere durch die Schlichtwalzen erforderlich. Sollen die Luppen nur zwischen den Walzen gezängt werden, so lässt man sie drei Mal durch das erste Kaliber gehen, indem man sie nach dem ersten Durchgange um $\frac{1}{4}$ ihrer Peripherie dreht, und sie dann in der andern Richtung einsteckt, um die Enden zusammenzudrücken. Die Luppe geht alsdann noch zwei Mal hintereinander durch das zweite Kaliber, und die Arbeit wird alsdann auf dieselbe Weise fortgesetzt, als wie mit den mittelst des Hammers oder mittelst des Quetschwerks gezängten Schirbeln.

Die ganze Arbeit wird um so schneller ausgeführt, je kräftigere, schnellere und besser bediente Apparate man hat. Das Zängen und Ausstrecken aller Luppen eines Ofens zu Rohschienen erfordert gewöhnlich 7 bis 10 Minuten.

Materialverbrauch und Production. — Im Durchschnitte sind 1080 bis 1140 Kil. Roheisen zu der Tonne Rohschienen, oder 1070 Kil. Feineisen auf die Tonne Frischeisen in geschmiedeten Platten erforderlich, und man verbraucht dazu 600 bis 700 Kil. Steinkohlen.

Die Grösse der Triebkraft, welche zur Production einer Tonne Puddeleisen aufgewendet werden muss, lässt sich nach den vorhandenen Daten folgendermaassen bestimmen.

1) Nimmt man an, dass in Frischfeuern dargestellte Luppen mit Walzen in Rohschienen verwandelt werden, so hat man:

Bei'm Frischen (neue Apparate)	18000	Dynamien
Arbeit der Maschine: 120 theoretische oder 60 wirkliche Pferdekräfte, zum Betriebe eines Stirnhammers, eines Quetschwerks und eines Luppenwalzwerks, welche 11 bis 12 Stunden täglich im Betriebe sind, und 13 Tonnen Eisen Nr. 1 produciren; man hat daher auf die Tonne	27415	—
In Summa	45,415	Dynamien.

2) Wenn man Holzkohlen-Roheisen verpuddelt, so erhält man:

1200 Kil. Roheisen, à 19400 Dynamien auf die Tonne = .	21728	Dynamien
Arbeit der Maschine	27415	—
In Summa	49143	Dynamien.

3) Verpuddelt man Coaksroheisen, so erhält man:

1200 Kil. Roheisen à 50000 Dynamien die Tonne = . .	60000	Dynamien
Arbeit der Maschine	27415	—
In Summa	87415	Dynamien.

4) Wendet man Coaksroheisen und Feineisen an, so hat man:

Roheisen 650 Kil. à 50000 Dynamien die Tonne = . .	32500	Dynamien
Feineisen 500 Kil. à 70000 Dynamien auf die Tonne . .	35000	—
Arbeit der Maschine	27415	—
In Summa	94915	Dynamien.

Productionskosten. — Die Productionskosten der Rohschienen hängen grösstentheils von dem Maassstabe ab, nach welchem die Fabrication erfolgt. Wir werden bei unsern Bestimmungen annehmen, dass man 10 Puddelöfen betreibt, welche in einer zwölfstündigen Schicht 13 Tonnen produciren (7800 Tonnen in dem Jahre von 300 Arbeitstagen); dass dazu ein Luppenwalzwerk, ein Stirnhammer, ein Quetschwerk und 2 Scheeren gehören, welche durch eine Dampfmaschine von 60 Pferdekräften betrieben werden, deren Kesselfeuerung durch die entweichende Wärme aus den Flammöfen erfolgt; wir werden auf die Tonne Rohschienen oder Eisen Nr. 1 haben:

Materialien:

Roheisen oder Feineisen	1150 Kil.		A.
Steinkohlen . .	700 —		B.

Puddelprocess:

10 Puddelarbeiter täglich	50,00 Fr.
10 Gehülfen —	30,00 —
4 Tagelöhner zum Wägen des Roheisens, zum Transport desselben, der Steinkohlen und der Schlacken	6,50 —
Summa für 13 Tonnen	86,50 Fr.
Das macht auf die Tonne	6,65 Fr.

Zängen und Walzen:

2 Hammerschmiede täglich	8,00 Fr.
1 Walzmeister —	6,00 —
1 erster Gehülfe —	3,50 —
2 zweite Gehülfen —	5,00 —
2 Tagelöhner —	3,50 —
In Summa auf 13 Tonnen	26,00 Fr.
Das macht auf die Tonne	2,00 Fr.
zum Uebertrage A + B	8,65 Fr.

Diverse Kosten:

1 Aufseher	6,00 Fr.
1 Maschinenwärter	5,00 —
1 Schmierer, Kehrer	1,50 —
3 Wäger	5,50 —
Summa für 13 Tonnen	18,00 Fr.
d. h. auf die Tonne . .	1,38 Fr.

Reparaturen:

Oefen	1,30 Fr.
Gezähe	1,25 —
Maschinen und Walzwerke	3,50 —
Oel und Fett	0,45 —
Summa	6,50 Fr.
Productionskosten A + B +	16,53 Fr.

Wir bemerken jedoch nochmals, dass das Obenstehende nur als ein allgemeines Beispiel, wie eine solche Berechnung aufgestellt werden muss, angesehen werden kann.

Das Ausschweissen.
(Ballage.)

F ä l l e, i n w e l c h e n d i e s e r P r o c e s s v o r g e n o m m e n w i r d. — Will man nur Eisen von mittelmässiger Qualität darstellen, so giebt man den zerschnittenen Rohschienen oder Rohstäben, mögen sie nun eine flache oder quadratische Gestalt haben, eine Schweisshitze und streckt sie dann mit dem Grobeisenwalzwerke zu den verlangten Stabeisensorten aus. Eisen dieser Art nennt man Stabeisen Nr. 1, in England *common iron*. Seine Güte hängt von der Beschaffenheit des Roheisens, von dem Arbeitsverfahren im Puddelofen und besonders auch von der Behandlung des von den Luppenwalzen erhaltenen Luppeneisens ab.

Will man aber besseres Eisen darstellen, oder ist die Beschaffenheit des Roheisens so, dass es gar nicht möglich ist, aus demselben verkäufliches Stabeisen Nr. 1 darzustellen: so müssen die Rohschienen zerschnitten, es müssen aus denselben Pakete gebildet, diese ausgeschweisst und mittelst des Grobeisenwalzwerks zu Stäben ausgewalzt werden. Man nennt Eisen dieser Art Stabeisen Nr. 2, in England *best iron*. In Frankreich nennt man diese Operation *Ballage*.

Ist zu besondern Zwecken ein vorzüglich gutes und festes Stabeisen erforderlich, so wird ein Theil Eisen Nr. 2 zerschnitten und mit einem Theile Rohschienen zu Paketen zusammengelegt, welche man in den Schweissofen bringt und sie dann auswalzt. Zuweilen bleiben die Rohschienen auch aus solchen Eisen weg. Man nennt es Eisen Nr. 3 oder in England *best-best iron*.

Betriebsverfahren. — Der Process zur Darstellung von Eisen Nr. 2 besteht also gewöhnlich in einem Ausschweissen und einem Auswalzen. Man zerschneidet die Rohschienen oder die Stäbe von Eisen Nr. 1 mit der Scheere, macht Pakete aus diesen zerschnittenen Rohschienen oder sogenannten Plattinen, die man in einem Schweissofen zusammenschweisst und dann mittelst eines Walzwerks von 0,35 bis 0,50 Meter Durchmesser, je nach den Dimensionen des darzustellenden Stabeisens, auswalzt. Man verwandelt die Pakete auf diese Weise in Flachstäbe, von ähnlicher Form, als die zur Bildung der Pakete angewendeten Rohschienen, jedoch reiner und von einer dichtern Textur.

Die Art und Weise, wie die Pakete gebildet werden, ist auf verschiedenen Hütten und nach den dort herrschenden Gewohnheiten sehr verschieden. Jedoch unterscheidet man hauptsächlich zwei Methoden: bei der einen werden die Pakete aus Schienen von verschiedener Breite gebildet, so dass die Fugen nicht übereinander zu liegen kommen, wogegen man bei der andern Methode nur Schienen von gleicher Breite anwendet (Fig. 6 und 7, Taf. 49). Bei der erstern Methode erlangt man eine viel bessere Schweissung, und sie ist folglich die einzige, welche befolgt werden muss, wenn das Eisen schlecht genug ist, um einer weitern Bearbeitung durch Paketbildung zu bedürfen.

Dem Principe nach müssen die Pakete so stark, als möglich, seyn, damit sie eine bedeutende Ausstreckung gestatten; allein die Dimensionen der Oefen, die der Walzenkaliber, hauptsächlich aber die nothwendige Bedingung, leicht zu handhabende Stücke zu haben, haben Grenzen vorgeschrieben, die zu überschreiten nicht vortheilhaft zu seyn scheint.

Um, z. B., Eisen Nr. 2 von 0,081 Meter Breite und 0,015 Meter Stärke darzustellen, kann man seine Pakete aus 6 Lagen Eisen von 0,018 Meter bilden, darüber und darunter zwei 0,135 Meter breite Stäbe legen, in der Mitte 4 Stäbe von 0,054 Meter, und 4 von 0,081 Meter, von denen zwei und zwei aneinander liegen. Um aus 0,135 Meter starken Rohschienen Eisen von gleicher Stärke darzustellen, muss man das Paket weit stärker machen; zu 0,054 Meter starkem Eisen ist es unnöthig, 0,135 Meter starke Rohschienen anzuwenden, sondern das Paket braucht nur aus solchen von 0,054 und 0,081 Meter gebildet zu werden.

Materialverbrauch und Production. — Elf Pakete von 6 Lagen, und 0,38 Meter lang, wiegen fast 418 Kil. und bilden die Ladung eines Ofens, der etwa 16 Schweissungen in 24 Stunden machen und folglich $418 \times 16 = 6688$ Kil. Eisen

ausschweissen kann. Nimmt man $\frac{1}{10}$ Abgang an, so besteht die Production an ausgeschweisstem Eisen aus 6019,20 Kil. auf den Ofen und in 24 Stunden.

Der Steinkohlenverbrauch ist nach deren Qualität verschieden, beträgt jedoch im Durchschnitt 5- bis 600 Kil. auf die Tonne Eisen. Der Durchgang einer Hitze von 11 Paketen durch ein Walzwerk mit Walzen von 0,40 bis 0,45 Meter Durchmesser, welche 60 bis 70 Umgänge in der Minute machen, dauert fast 13 Minuten. Es folgt daraus, dass dieses Walzwerk, welches von einer Maschine von etwa 40 Pferdekräften in Betrieb gesetzt wird, 3 bis 4 Schweissöfen bedienen kann.

Die Grösse der Triebkraft, die zur Darstellung von 1 Tonne Eisen Nr. 2 verbraucht wird, ist leicht zu bestimmen; denn man hat:

1) 1000 Kil. Puddeleisen (Coaksroheisen) à 94915 Dynamien =	104406 Dyn.
2) Arbeit der Maschine: 80 theoretische Pferdekräfte oder 6 Dyn. in der Secunde, geben 4600 Dyn. für 13 Minuten und für 376 Kil., also auf die Tonne: 376 : 4680 = 1000 : x . . .	12446 —
Summa in Dyn.	116852

Productionskosten. — Wir wollen beispielsweise annehmen, dass die Productionskosten der Rohschienen oder von Eisen Nr. 1 für die 1000 Kil 160,18 Fr. betragen, so hätte man für 1000 Kil. Eisen Nr. 2 folgende Ansätze zu machen:

Eisen Nr. 1: 1124 Kil. à 160,18 Fr. . . .	180,04 Fr.	182,40 Fr.
Steinkohlen: 556 — à 4,25 — . . .	2,36 —	
Maschinen	1,35 —	12,46 —
Gezähe	1,16 —	
Oefen	1,43 —	
Arbeitslöhne	7,09 —	
Diverse Kosten	1,43 —	
In Summa		194,86 Fr.

Darstellung von Eisen Nr. 2 mit dem Hammer und mit dem Walzwerke. — Bei dem soeben angegebenen Verfahren wurden die ausgeschweissten Pakete nur mit den Walzen bearbeitet; will man aber Eisen Nr. 2 von besserer Qualität darstellen, als durch diese beschriebene Methode, so muss man die Pakete stärker machen und sie unter dem Stirnhammer ausschweissen, ehe man sie zu den Walzwerken bringt. Ist das Stück, wenn es von dem Hammer kommt, nicht mehr warm genug, so muss man es einige Minuten lang in den Ofen zurückbringen, um es wieder weissglühend zu machen, worauf man es zu dem Walzwerke bringt. Das auf diese Weise dargestellte Product ist ohne allen Widerspruch vollkommen vorbereitet, um ein vortreffliches Eisen zu geben.

In einigen englischen Hütten, die auf ein besonders gutes Product halten, befolgt man eine Methode, deren gute Resultate sehr zu ihrem Gunsten reden. Das aus den Puddelöfen in 15—20 Kil. schweren Luppen herausgenommene Puddeleisen wird unter dem Stirnhammer gezängt und in kleine, 0,04 bis 0,05 Meter starke Platten verwandelt, die, nachdem sie kalt geworden sind, nach einem Brecher gebracht werden, welcher durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Die dort in 2 oder 3 Stücke getheilten Platten werden auf ihrem Bruche untersucht und in 3 Classen getheilt, von denen die beiden ersten dazu dienen, Eisen erster und zweiter Qualität darzustellen, während die zur dritten Classe gehörigen Stücke zum Puddelofen zurückge-

bracht werden. Die ausgesuchten Stücke werden in kleinen Massen zusammengelegt, in den Schweissofen gebracht, zusammengeschweisst, unter dem Stirnhammer geschmiedet, um die Schweissung zu vollenden, und um ihnen eine zweckmässige Form zu geben, alsdann auf einige Minuten in den Ofen zurückgebracht, und endlich mit dem Grobeisenwalzwerke zu Stäben ausgewalzt. Diese Stäbe können entweder unmittelbar in den Handel gebracht, oder als Materialeisen zu einer andern Bearbeitung angewendet werden.

Diese Betriebsmethode ist nicht kostbarer, als die erstere, von uns beschriebene; das Eisen wird gleichartiger und selbst besser, als das gewöhnliche Eisen Nr. 2, durch dieses zweimalige Schmieden, Zerbrechen und darauf folgende einmalige Auswalzen, welches ein einmaliges Schmieden und zweimaliges Auswalzen ersetzt. — Es ist dazu freilich ein Hammer und ein Brecher erforderlich, allein das Luppenwalzwerk kann wegbleiben.

Der Brecher besteht aus einem etwa 300 Kil. schweren Rammklotze, der sich in senkrechten Nuthen bewegt und etwa 60 Schläge in der Minute macht. Die Fallhöhe des Klotzes beträgt ein Meter und die erforderliche Triebkraft etwa 5 Pferdekräfte.

Der Materialverbrauch ist der folgende:

Eisen Nr. 1	Feineisen	1070 Kil.
	Steinkohlen	690 —
Eisen Nr. 2.	Eisen Nr. 1	1125 —
	Steinkohlen	662 —

Vollendung des Eisens mit dem Grobeisenwalzwerke.

Die Vollendung des Eisens mit den Walzen umfasst alle die Processe, deren Zweck es ist, das mit Steinkohlen oder Holz erzeugte Eisen, welches mit den Walzen oder mit dem Hammer vorbereitet worden ist, in verkäufliche Eisensorten zu verwandeln. Diese Processe haben die nachstehende Reihenfolge: Das Zerschneiden der Rohschienen oder des Eisens Nr. 2 mit der Scheere, die Paketbildung aus demselben, das Ausschweissen, das Auswalzen, das Geraderichten, das Abschneiden der rauhen Enden und das Einbinden der feinen Eisensorten. Wir werden alle diese Processe so genau beschreiben, als es erforderlich ist, nachdem wir uns vorher mit dem hauptsächlichsten Apparate, dem Walzwerke, beschäftigt haben.

Grobeisenwalzwerk.

Ein gutes eingerichtetes Grob- oder Stabeisenwalzwerk besteht gewöhnlich aus zwei Gerüsten, jedes mit einer Garnitur von zwei Walzen; das erstere enthält die Streckwalzen, mit spitzbogigen, ovalen oder quadratischen Kalibern; das zweite enthält die Schlichtwalzen, deren Kaliber die Gestalt des darzustellenden Eisens haben, und das dritte Gerüste enthält die Polirwalzen, ohne Kaliber, auch Bandeisenwalzen *(espatards)*, welche dazu dienen, dünnes Eisen auszustrecken und ihm eine glatte Oberfläche zu geben.

Die Walzen haben mindestens 0,35 Meter und sehr häufig 0,40 Meter im mittlern Durchmesser *); die Streckwalzen und die Schlichtwalzen haben 0,90 bis 1,00 Meter Körperlänge, und die Polirwalzen 0,30 Meter. — Die Geschwindigkeit der Walzen beträgt 80—100 Umdrehungen in der Minute **), und die Triebkraft der Maschine beläuft sich etwa auf 40—50 wirkliche Pferdekräfte.

Beschreibung. — Die erforderlichen Vorrichtungen (Taf. 59) bestehen:

1) Für die Uebertragung der Bewegung: aus einer Welle von kreuzförmigem Durchschnitt, mit Aus- und Einrückung und Muff, in der Mitte auf einem gabelförmigen Support aufliegend.

2) Aus einem Gerüste mit zwei ineinander greifenden, mit jener Welle gekuppelten Getrieben.

3) Aus einem Streckwalzgerüst mit Walzen von 0,35 Meter Durchmesser und von 0,90 Meter Körperlänge.

4) Aus einem Schlichtwalzgerüste mit Walzen von gleichen Dimensionen.

5) Aus einem Polirwalzgerüste, dessen glatte Walzen 0,30 Meter Körperlänge haben.

Dieses ganze Walzwerk ruht auf 5 Sohlplatten von 1,58 Meter Breite und von 0,05 Meter Stärke, die zusammen eine ganze Länge von 8,11 Meter bilden. Die obere Fläche ist mit 4 Linien von abgerichteten Erhöhungen versehen, die 0,06 Meter breit sind und gleichen abgerichteten Erhöhungen an dem Fusse der Ständer entsprechen. Diese Sohlplatten haben zwei Randleisten, die 1,04 Meter auseinander stehen; sie sind durch 18 Bolzen mit dem Fundamente verbunden. Jeder Ständer wird durch 4 Schraubenbolzen festgehalten, die unter den Sohlplatten mit Spliethen versehen sind, und ihre Stabilität wird durch eiserne Keile, welche zwischen ihren Fuss und den Randleisten eingetrieben sind, vervollständigt.

Die Schwellen, welche mit denen der Bewegungs-Uebertragung im Zusammenhange stehen, sind 8,11 Meter lang, 1,20 Meter hoch und liegen äusserlich 1,58 Meter auseinander. Sie stehen auf einem 0,50 Meter starkem Bette von Cement und werden äusserlich durch 0,60 Meter starke Mauern in ihrer Lage erhalten.

Die Bewegung wird dem untern Getriebe durch eine Welle mitgetheilt, die an den beiden Enden eine kreuzförmige Gestalt hat und 0,605 Meter lang ist. Einerseits ist sie mit einer beweglichen Aus- und Einrückung, und andererseits mit einem Muffe versehen; in der Mitte aber hat sie einen abgedrehten Hals von 0,18 Meter Durchmesser und von 0,11 Meter Länge, der in einem gabelförmigen Support ruht, welches auf einem Zapfen in seinem Fusse steht, der auf der Sohlplatte festgeschraubt ist.

Das Getriebegerüst besteht aus zwei Ständern, die 0,69 Meter von einer Achse zur andern auseinander liegen. Jedes Getriebe hat 4 gusseiserne Lager mit abgerichteten Seitenflächen, welche ebensoviel halbcylindrische Pfannen von Rothguss aufnehmen. Die Kappe eines jeden Ständers ruht auf dem obern Lager und ist mit dem Ständer durch zwei Schrauben mit flachen, 0,018 Meter hohen Gängen, von 0,06 Meter starkem Durchmesser, verbunden (Taf. 60, Figur 1—3).

*) Die Dimension von 0,40 Meter Durchmesser und von 1 Meter Körperlänge sind die zweckmässigsten zu einer verschiedenartigen Fabrication.

**) Stellt man grobe Eisensorten dar, so müssen Walzen von 0,40 Meter Durchmesser nur höchstens 65—70 Umgänge in der Minute machen; bei mittlern Eisensorten lässt man sie 84—90 Mal umlaufen.

Die Kuppelungsgetriebe haben auf dem Theilrisse 0,35 Meter Durchmesser, 14 Zähne von 0,366 Meter Länge und mit 0,078 Meter Theilung. Wenn die Zähne, sowie es Fig. 17, Taf. 60 angiebt, sich auf beiden Hälften der Getriebe kreuzen, so sucht man dadurch einen gleichmässigern Widerstand zu erreichen. Jedoch erfordert diese sehr zweckmässige Einrichtung eine grosse Genauigkeit bei der Anfertigung des Modelles und viel Sorgfalt bei den Formen.

Die Zapfen haben 0,20 Meter Durchmesser und sind 0,215 Meter lang; die Kreuze haben 0,185 und 0,15 Meter Durchmesser. Die kreuzförmigen Kuppelungswellen, welche die Getriebe mit den Walzen und die verschiedenen Walzgerüste untereinander verbinden, haben gleichen Durchmesser und sind 0,51 Meter lang. Die Muffen, deren äusserer Durchmesser 0,28 Meter beträgt, und die 0,245 Meter lang sind, werden durch hölzerne Stäbe auseinander gehalten, die auf der Kuppelungswelle liegen und mit derselben durch Riemen und Schnallen verbunden sind.

Die Ständer der Walzgerüste stehen 1,15 Meter von der Achse des einen bis zu der des andern auseinander und sind mit Walzen versehen, welche 0,35 Meter mittlern Durchmesser und eine Körperlänge von 0,90 Meter haben. Ihre Zapfen und kreuzförmigen Angriffszapfen haben dieselben Dimensionen, wie die Getriebe (Figur 4—7).

Jeder Zapfen der untern Walze bewegt sich zwischen drei Pfannen von Rothguss, die mit gusseisernen Lagern verbunden sind. Das untere Lager ruht auf dem Fusse des Ständers, während die beiden Seitenlager auf dem erstern stehen und durch 2 Schrauben von 0,045 Meter Durchmesser, welche durch die Ständer gehen, gegen die Zapfen gedrückt werden.

Das untere Lager der obern Walze ruht auf einer Eisenstange, welche durch die beiden Ständersäulen geht, zu welchem Ende dieselben mit Löchern versehen sind; unter diesem Stabe sind Keile angebracht, mittelst deren man die Lage der Walzen reguliren kann.

Die beiden Seitenzapfenlager, welche, wie die der untern Walze, gegen Schrauben anliegen, sind mit dem obern Lager durch 2 Schraubenbolzen verbunden, welche durch ovale Löcher gehen und hinreichenden Spielraum haben, um ein geringes Vorrücken der Lager gegen die Achse zu gestatten. Alle Pfannen können gegen die Walzenzapfen mittelst Schrauben und Muttern angedrückt werden, welche letztere an der innern Seite der Ständer eingelassen sind, so dass die Lage der Walzen nach allen Richtungen zu mit gehöriger Genauigkeit gestellt werden kann *).

Das obere Lager ist mit einer Sicherheitsbüchse versehen, gegen welche die Druckschraube tritt, welche durch die Kappe des Ständers, in welche eine lange Mutter von Rothguss eingelassen worden ist, geht. Diese Schraube, von 0,12 Meter äusserm Durchmesser, ist mit flachen, 0,029 Meter hohen Gängen versehen und wird mittelst eines geschlossenen Schlüssels bewegt, dessen Hebel dem Walzer leicht zugänglich ist. Er kann mittelst eines eisernen Nagels, der nach Belieben in die verschiedenen Löcher eines graduirten, an der Kappe des Ständers angebrachten Kreises gesteckt werden kann, eine bestimmte Stellung erhalten (Fig. 8).

*) Wenn die Stellung der Walzen schlecht regulirt ist, so ist ein zweckmässiger Betrieb unmöglich; man producirt alsdann nur Stäbe von ungleicher Stärke, die nach allen Richtungen gekrümmt sind, mit eingedrückten und abgerundeten Kanten etc., kurz, die gar nicht in den Handel gebracht werden können.

Das Streckwalzgerüst ist an der vordern Seite mit einer gusseisernen Einlassplatte und auf der hintern Seite mit einer gusseisernen Abstreifplatte versehen. Das Schlichtwalzwerk hat vorn eine einfache runde Stange statt der Einlassplatte, an der hintern Seite aber obere und untere Abstreifmeissel für das Flacheisen und das gröbere Rund- und Quadrateisen, oder Abstreichplatten von Blech für das Rund- und Quadrateisen von mittlern Dimensionen. Beide Gerüste sind auch mit der Vorrichtung zum leichtern Ueberheben der Stäbe über die obern Walzen versehen.

Das Polirwalzgerüst hat dieselbe Einrichtung, wie die übrigen; es ist mit Walzen von 0,30 Meter Körperlänge, welche in der Schale gegossen und vollkommen polirt sind, versehen. Der Zweck dieses Walzwerks ist der, dünnes Bandeisen, schmales Schlosserblech und andere dünne Eisensorten, die mit den flachen Schlichtwalzen vorbereitet worden sind, auszustrecken und zu glätten. An der hintern Seite ist dies Gerüst mit einer Abstreifplatte von Gusseisen oder von Blech, und an der vordern Seite mit einem kleinen Apparate, dem sogenannten Schraper oder Abschaber (Taf. 60, Fig. 9 u. 10), versehen; durch diese Vorrichtung wird die Oxydschicht von den Stäben, ehe sie durch die Walzen gehen, entfernt.

Der Schraper (Fig. 23—28) besteht aus zwei Theilen, einem festen und einem beweglichen. Der erstere besteht aus einer gusseisernen Büchse, der mittelst eines Trägers zwischen den beiden Ständern festgehalten wird, und hat einerseits (auf der Seite der Walzen), zwei eiserne Leitungen, welche dazu dienen, den Stab auf denjenigen Theil des Walzenkörpers zu richten, wo er durchgehen soll und andererseits ein stählernes Blatt, welches horizontal in derselben Ebene als zwei senkrechte Rahmstücke befestigt wird, die an den Seitenrändern des Stücks befindlich sind. Der zweite Theil, der aus einer gusseisernen oder eisernen Platte besteht, die sich zwischen den erwähnten Rähmen bewegen können, ist mit zwei Stahlblättern versehen, die 0,08 Meter auseinander stehen, und mittelst deren der eingelassene Stab stark gegen das untere Blatt gedrückt werden kann. Es wird dies mittelst eines Hebels bewirkt, dessen Ende an der Säule befestigt ist, und dessen Mitte die beweglichen Blätter mittelst einer eisernen Stange trägt, während das andere Ende in einen Griff ausläuft, den der mit dieser Arbeit beauftragte Arbeiter ergreift.

Von den Walzen. — Die Walzen der Grobeisenwalzgerüste sind gewöhnlich dazu eingerichtet, alle Flacheisensorten zwischen 0,034 und 0,135 Meter Breite, sey auch ihre Stärke, welche sie wolle, sowie auch alles Rund- und Quadrateisen zwischen 0,020 und 0,081 Meter, zu fabriciren. Zur Vorbereitung der Pakete, welche diese verschiedenen Eisensorten geben sollen, sind 3 Paar oder 3 Garnituren von Streckwalzen mit bogenförmigen Kalibern erforderlich; die erste Garnitur für die starken Sorten, die zweite für die mittlern, und die dritte für die schwachen. Da die Construction ihrer Kaliber, deren Art und Weise schon bei den Puddelwalzen angegeben worden ist, die Bestätigung einer sehr langen Erfahrung für sich hat, so haben wir sie auf Taf. 59, Fig. 4—6 dargestellt, ohne es für nöthig zu erachten, noch andere Gründe dafür anzuführen.

Die Schlichtwalzen zerfallen ganz natürlich in 3 Classen, von denen die erstere das Rundeisen, die zweite das Quadrateisen und die dritte das Flacheisen umfasst.

Die runden Kaliber nehmen von 0,02 bis 0,03 Meter Durchmesser, etwa um 1 Millimeter zu; um 2 Millimeter von 0,03 Meter bis 0,054 Meter, und um 4 Millimeter

von 0,054 bis 0,081. Sie müssen sich um $\frac{1}{8}$ ihres Durchmessers erweitern (Fig. 10), wenn man vollkommenes Rundeisen ohne Nähte darstellen will. Die quadratischen Kaliber nehmen in derselben Ordnung zu, wie die runden; um Stäbe mit scharfen Kanten zu erhalten, müssen sie ebenfalls etwas erweitert seyn.

Da die runden und quadratischen Kaliber symmetrisch und zu gleichen Hälften auf beiden Walzen angebracht worden sind, so ist es von grosser Wichtigkeit, dass sie sich während des Betriebes der Walzen entsprechen. Ein geschickter Walzarbeiter erreicht dies leicht, wenn die Mittel zur Regulirung der Pfannen zweckmässig angebracht sind; jedoch ist es vielleicht einfacher, die Enden der Walzen ineinander eingreifen zu lassen, wie dies bei den Flacheisenwalzen der Fall ist (Taf. 59, Fig. 9).

Rund- und Quadrateisen von 0,081 bis 0,07 Meter Stärke können mit den Streckwalzen Nr. 1; die von 0,07 bis 0,045 Meter mit denen Nr. 2; und die von 0,045 bis 0,02 Meter mit den Streckwalzen Nr. 3 angefertigt werden.

Die Sammlung der Walzengarnituren mit flachen Kalibern muss so zusammengesetzt seyn, dass sie die meisten Sorten zwischen 0,034 und 0,135 Meter umfasst. Sie nehmen im Allgemeinen mit einer Differenz von 2 Millimetern oder 1 Linie, von 0,034 Meter (15 Linien), bis 0,077 Meter (34 Linien) zu, und die am Meisten verlangten Sorten unter den folgenden sind die 0,081 Meter; — 0,086 Meter; — 0,088 Meter; — 0,090 Meter; — 0,095 Meter; — 0,108 Meter; — 0,113 Meter; — 0,115 und 0,135 Meter. Uebersteigt man diese Dimensionen, welches jedoch selten ist, so gelangt man sogleich zu Eisen von 0,162 und 0,169 Meter (72 und 75 Linien), welche jedoch als Ausnahmen bei der Fabrication mit Walzen angesehen werden müssen. Die zur Vollendung einer Eisensorte erforderliche Anzahl von flachen Kalibern beträgt 3 bis 5, und man sucht stets eine möglichst grosse Anzahl auf einer und derselben Walzengarnitur zu vereinigen. Aus diesem Grunde lässt man oft die letzten Schlichtkaliber weg und ersetzt sie durch einen Polirer, oder einen cylindrischen Theil der Walzen, der breiter, als das Eisen selbst ist. Man macht mittelst desselben die Stäbe um 2 Millimeter dünner, indem sie dieselbe Breite beibehalten, die sie bei'm Herauskommen aus dem letzten Kaliber hatten. Diese Einrichtung ist jedoch nur bei dünnem Eisen von 4 bis 8 Millimeter Stärke gebräuchlich, indem sich stärkeres während dieses Processes unregelmässig in der Breite ausdehnt (Fig. 7).

Im Allgemeinen ist die Stärke des Stabes in der Matrizenwalze vorhanden, so dass der Durchmesser derselben stets geringer, als der der obern Walze ist (eine nothwendige Bedingung, damit der Stab auf die Abstreifvorrichtung falle). Bei sehr tiefen Kalibern ist es aber sehr zweckmässig, von dieser Methode abzugehen; eines Theils, weil die zu bedeutende Differenz des Durchmessers eine zu bedeutende in den respectiven Geschwindigkeiten der arbeitenden Theile nach sich zieht, und weil dadurch bedeutende Reibungen entstehen, die zuweilen das Ausbrechen einzelner Stellen der Walzen veranlassen; andern Theils, weil durch eine zu bedeutende Schwächung der untern Walze sie weit eher dem Zerbrechen unterworfen ist, als wenn die Kaliber auf beiden Walzen gleich vertheilt sind (Fig. 9).

Die Kaliber erweitern sich stets etwas von Innen nach Aussen, um das Heraustreten des Eisens zu erleichtern und um eine unnütze Arbeit der Maschine zu vermeiden. Aus demselben Grunde ist es auch zweckmässig, dass die Breite der Kaliber einer und derselben Reihe nach und nach zunimmt, indem man auf diese Weise den Seitendruck des Eisens auf die Kaliberringe vermindert; arbeitet man mit 4 Kalibern, so kann

man die Differenz zwischen dem ersten und zweiten auf 3 Millimeter, die zwischen dem zweiten und dritten auf 2 und die zwischen diesem und dem letzten Kaliber nur auf 1 bestimmen, um überzeugt zu seyn, dass man Stäbe mit scharfen Kanten erhält. Jedoch kann man nicht immer allgemeine Regeln in dieser Beziehung aufstellen, indem die zu berücksichtigenden Verschiedenheiten wesentlich von der Beschaffenheit des zu bearbeitenden Eisens und von der Stärke der darzustellenden Stäbe abhängt. So dehnt sich Puddeleisen weit lieber in der Breite aus, als Eisen von Heerdfrischen; unreines und mürbes Eisen, leichter als vollkommen gutes, oder etwas stahlartiges, und sowohl für das erstere, als auch für das zweite ist das Bestreben, sich nach der Seite auszudehnen, stets proportional mit der Stärke des Stücks.

Die Kanten am Boden des ersten Kalibers einer jeden Reihe sind etwas abgestumpft, wodurch das Durchwalzen des Eisens erleichtert, und wodurch der Kaliberring verstärkt wird, jedoch muss diese Abstumpfung nicht bedeutend seyn, weil sie sonst bei nicht starker Abplattung in den folgenden Kalibern bleibt. Die Einschnitte welche man in der ersten Scheibe der Patrizenwalze macht, um dadurch das Eintreten der Stäbe zu erleichtern, haben denselben Nachtheil, wenn sie zu tief sind.

Die Breite der die Kaliber trennenden Ringe ist mit der Tiefe dieser letztern verschieden und muss stets wenigstens gleich der Tiefe des benachbarten flachsten Kalibers seyn; ihr geringstes Eingreifen muss 0,08 bis 0,01 Meter betragen.

Die relativen Durchschnitte der Kaliber, einer und derselben Reihe, müssen dem Principe nach in einem möglichst starken Verhältnisse abnehmen, damit man nur die durchaus erforderliche Anzahl der Walzen anzuwenden brauche. Es giebt aber andere sehr wichtige Rücksichten, von denen man sich hauptsächlich bei der Construction der Walzenkaliber leiten lassen muss; in Folge derselben können die Durchschnitte um so schneller abnehmen, jemehr Triebkraft zu Bewegung der Walzen angewendet werden kann; je stärker die Walzen sind, je stärker die auszuwalzenden Stäbe, je höher ihre Temperatur ist, je weicher das Eisen und je geringer die Veränderung der geometrischen Gestalt des Durchschnitts ist. Das Verhältniss muss sich aber in dem Maasse vermindern, in welchem sich das Eisen der Stange mehr reinigt, abkühlt und verlängert, indem es wesentlich ist, dass die Maschine so gleichförmig, als möglich, arbeite. Anderntheils ist es durchaus für die Schnelligkeit und Regelmässigkeit der Arbeit unerlässlich, dass der aus einem Kaliber hervorkommende Stab in die folgende ohne Schwierigkeit eingeführt werden könne, und es ist dies ohne Widerrede das ernstlichste Hinderniss, welches die Praxis einer sehr schnellen Abnahme der Kaliberdurchschnitte entgegensetzen kann.

Betrachten wir eine Reihe von Kalibern, welche dazu berechnet ist, Stäbe von gleicher Stärke, von gleicher Länge und von gleicher Qualität zu fabriciren, die auch anfänglich alle eine constante Temperatur haben, so ist es augenscheinlich, dass wegen Abnahme des Durchschnittes, der Verlängerung des Eisens und der Verminderung seiner Temperatur, man zwischen den letzteren Kalibern ein weit schwächeres Verhältniss annehmen müsse, als zwischen den erstern. Es ist daher nicht ein Verhältniss, was man aufzusuchen hat, sondern im Gegentheil ebensoviel Verhältnisse, als eine Reihe Kaliber hat.

Müsste eine Reihe immer nur Eisen von einer und derselben Stärke produciren, so wird es hinreichend seyn, sie nach den Verhältnissen einzurichten, welche für die besten anerkannt worden sind, und man könnte alsdann sicher seyn, dass die Arbeit

der Walzen nach einem unveränderlichen, vorherzusehenden und bestimmten System erfolgen würde. Allein in den Hütten ist es ganz anders; man sucht natürlich die Materialienkosten soviel, als möglich, zu vermindern und producirt fast immer mit derselben Reihe Eisensorten, deren Stärke sehr oft um mehr als 15 bis 20 Millimeter differirt; es folgt daraus, dass das angenommene Abnahmeverhältniss nothwendig für jede Stärke verschieden ist, indem es sehr gering für die starken und sehr bedeutend für die schwachen Sorten wird.

Hütten, deren ausgedehnte Fabrication es gestattet, sich mit vielen Walzengarnituren zu versehen, müssen diesen Nachtheil dadurch vermeiden, dass sie wenigstens zwei Reihen von Kalibern für die Breite des Eisens einrichten: die eine für die starken Sorten, die andere für die schwächern. Im Allgemeinen sucht man vielmehr einen Theil der Schwierigkeit zu umgehen, obgleich dadurch die Arbeit etwas verlängert und weniger vollkommen wird. Man richtet demnach die Kaliber für Eisen von mittlerer Stärke ein, und wenn man dünnere produciren will, und das Abnahmeverhältniss zu stark wird, so lässt man den Stab zwei Mal nacheinander durch dasselbe Kaliber gehen, indem man dahin sieht, dass die Schraube bei jedem Durchgange festangezogen werde.

Kurz, man sieht, dass die anzunehmenden Abnahmeverhältnisse weit davon entfernt sind, ein bestimmtes und mathematisches Gesetz zu befolgen, sowie es wohl hin und wieder angenommen wird. Es kann nur dann ein zweckmässiges seyn, wenn die Art und Weise der angenommenen Fabrication den Grad der Vollkommenheit und Schnelligkeit, den man dabei erreichen will, und hauptsächlich die Beschaffenheit der am Meisten verlangten Stücke berücksichtigt.

Im Durchschnitte dürfen wir annehmen, dass eine Reihe von 5 Kalibern den allgemeinsten Bedürfnissen entsprechen dürfte, indem man als Durchschnittsverhältnisse die folgenden Zahlen annimmt:

57 : 32 : 19 : 12 : 8.

Eisen von 0,135 Meter bis 0,095 Meter Breite, haben im Allgemeinen 0,04 Meter als Maximum der Stärke; es wird mit den Streckwalzen Nr. 1 vorbereitet und lässt sich in 5 Kalibern auswalzen, dessen Breiten bei den drei erstern um 3 Millimeter, bei dem vierten um 2 Millimeter und bei dem letzten und vollendeten um 1 Millimeter zunehmen. Die beiden ersten haben abgestumpfte Ecken:

Für Eisen von

0,135 M. gegen 40 Mm. u. 7 Mm. Stärke: 68 Mm. — 44 Mm. — 26 Mm. — 17 Mm. — 12 Mm.

Für Eisen von

0,095 M. gegen 40 Mm. u. 7 Mm. Stärke: 60 Mm. — 34 Mm. — 20 Mm. — 16 Mm. — 11 Mm.

Die Höhen der Kaliber der dazwischen liegenden Reihen können nach diesem Beispiele leicht bestimmt werden. Die starken Sorten werden mit 4 Kalibern angefertigt, die schwächern mit der vollständigen Reihe, und wenn es erforderlich ist, so lässt man sie zwei oder drei Mal durch dasselbe Kaliber gehen und vollendet sie mit dem Polirwalzwerke, wenn ein solches vorhanden ist. Die Vertiefungen der Kaliber sind auf beiden Walzen vertheilt, um die unterste nicht zu sehr zu schwächen.

Eisen von 0,095 bis 0,06 wird nur höchstens 0,036 Meter stark verlangt; es kann mit den Streckwalzen Nr. 2 vorbereitet und mit 4 Kalibern vollendet werden, von denen die beiden erstern abgestumpfte Kanten und eine Breitedifferenz von 3 Millimetern haben, welche zwischen der zweiten und dritten sich auf 2 Millimeter und

bei dem vollendeten Kaliber auf 1 Millimeter reducirt. Die mittlern Höhen der Kaliber werden seyn:

Für Eisen von
0,09 M. gegen 40 Mm. u. 7 Mm. Stärke: 53 Mm. — 30 Mm. — 18 Mm. — 11 Mm.
Für Eisen von
0,06 M. gegen 36 Mm. u. 6 Mm. Stärke: 35 Mm. — 21 Mm. — 14 Mm. — 10 Mm. —

Starke Eisensorten können mit nur 3 Kalibern ausgewalzt werden, und die übrigen mit der vollständigen Reihe.

Eisen von 0,06 bis 0,034 Meter werden gewöhnlich nur 0,027 Meter stark gemacht; man präparirt sie mit den Streckwalzen Nr. 3 und vollendet sie mit 3 Kalibern, von denen das erste zuweilen noch eine geringe Abstufung der untern Kanten hat und 2 Millimeter schmäler, als die zweite ist, welches nur eine um 1 Millimeter geringere Breite, als das vollendete Kaliber hat.

Die Höhen der Kaliber werden im Durchschnitte folgende seyn:

Für Eisen von
0,054 M. gegen 27 Mm. u. 5 Mm. Stärke: 26 Mm. — 15 Mm. — 9 Mm. —
Für Eisen von
0,034 M. gegen 22 Mm. u. 4 Mm. Stärke: 21 Mm. — 13 Mm. — 8 Mm. —

Sowie in allen andern Fällen walzt man auch die schwachen Eisensorten wiederholt durch ein Kaliber und dann durch das Polirwalzwerk.

Die Anzahl der Walzen, welche zur vollständigen Garnirung eines Grobeisenwalzwerks erforderlich ist, muss mindestens 26 Garnituren betragen, nämlich:

3	Garnituren	Streckwalzen;
3	—	zu Quadrateisen von 0,20 bis 0,81 Meter;
3	—	zu Rundeisen von gleicher Stärke;
5	—	zu Flacheisen von 0,135 bis 0,095 Meter;
8	—	zu Flacheisen von 0,090 bis 0,060 Meter;
4	—	zu Flacheisen von 0,054 bis 0,034 Meter.

Summa 26 Garnituren,
welche im Durchschnitte jede 1400 Kil. wiegen, wozu noch 3 Paar Polirwalzen kommen, die in der Schale gegossen sind und zusammen etwa 2200 Kil. wiegen.

Bedienung. — Ein Grobeisenwalzwerk erfordert in einer 12stündigen Schicht 1 Meister und 5 Gehülfen.

Der Meister steht an der Vorderseite des Schlichtwalzgerüstes, der erste Gehülfe (*dégrossisseur*) steht an der Vorderseite des Streckwalzwerks; die beiden folgenden Gehülfen (*rattrapeurs*), und die beiden letzten Gehülfen (*releveurs*) stehen an der Hinterseite der Gerüste. Betreibt man das Polirwalzwerk, so stellt man einen Knaben an den Schraper. Alle diese Arbeiter werden nach den producirten Tonnen bezahlt, so dass sie in Frankreich durchschnittlich im Monat verdienen:

Der Meister	150—180 Fr.
Der erste Gehülfe	90—120 —
Der zweite und der dritte (jeder) . .	50— 60 —
Der vierte und der fünfte (jeder) . .	40— 45 —

Betrieb.

Anfertigung der Pakete. — Alle mit dem Grobeisenwalzwerke angefertigten Eisensorten werden gewöhnlich in einer einzigen Hitze ausgewalzt; gewöhnlich geschieht dies aus Paketen, die entweder aus Rohschienen, oder seltener aus Eisen Nr. 2, oder aus Stäben angefertigt werden, die von Heerdfrischeisen und vom Puddelwalzwerke herrühren. Nur in einigen Hütten ersetzt man die Pakete durch Schirbel, die im Heerde gefrischt und mit dem Hammer vorbereitet worden sind.

Das Zerschneiden mit der Scheere, die Bildung der Pakete, das Wägen dieser letztern und ihr Transport zu den Schweissöfen beschäftigen höchstens 2 oder 3 Arbeiter, welche mit einer Scheere in 10 Stunden 12—15000 Kil. Eisen vorbereiten können. Die in die Bildung der Pakete eingehenden Eisensorten, die Art ihrer Anfertigung, entweder aus gleich oder verschieden breiten Stäben, so dass sich die Fugen entweder decken oder miteinander abwechseln, ihre Dimensionen und ihr Gewicht, bei deren Regulirung man den Abgang im Ofen und bei'm Abschneiden der Enden berücksichtigen muss, werden von dem Beamten, der den Betrieb der Hütte führt, bestimmt. Die dabei zu nehmende Hauptrücksicht sind die Dimensionen und die Qualität des darzustellenden Eisens. Gewöhnlich, und wenn man Eisen von geringerer Beschaffenheit verarbeiten soll, macht man die Pakete aus verschiedenen breiten Stäben und mit abwechselnden Fugen und giebt ihnen die ganze Stärke, welche die Dimensionen der Streckwalzkaliber gestattet. So kann man zu den groben Eisensorten, die mit den Streckwalzen Nr. 1 fabricirt werden, Pakete von 0,14 bis 0,16 Meter Stärke bilden, die aus 12, 14 und selbst 16 zusammengelegten Stäben bestehen; dieselben sind 54 und 81 Millimeter breit und mit Stäben von 135 Millimetern bedeckt. Mit den Streckwalzen Nr. 2 kann man noch auf dieselbe Weise verfahren; allein für feinere Sorten, die man mit den Streckwalzen Nr. 3 vorbereitet, erhält man eine hinreichende Ausstreckung mit Paketen, die aus einerlei Stäben von 81 Millimeter Breite und 12 bis 15 Millimeter Stärke bestehen, und deren Fugen sich daher decken.

Das Ausschweissen. — Die Pakete, welche in die Nähe der Schweissöfen niedergelegt worden sind, werden von dem Schweisser und seinem Gehülfen möglichst schnell in den Ofen gebracht, damit durch das Einströmen der Luft, welches während dieser Operation durch die Arbeitsthür erfolgt, die Temperatur des Ofens nicht vermindert werde. Die Pakete werden auf die Heerdsohle gelegt, die vorher mit der Schaufel geebnet worden ist, und zwar so, dass sie sich nicht berühren, und dass die ersten hinten und die letzten in der Nähe der Feuerbrücke liegen.

Nachdem die Ladung vollendet worden ist, wird die Thür sorgfältig verschlossen, der Rost wird gehörig mit Brennmaterial versehen und nach 50—70 Minuten sind die Pakete weissglühend geworden, so dass sie zum Walzwerke gebracht werden können.

Die Ladung der Oefen ist sehr verschieden; bei kleinen Eisensorten erreicht sie kaum 250—300 Kil., während sie sich bei den gröbsten oft bis zu 900 oder 1000 Kil. erhebt. In Beziehung auf die Benutzung des Brennmaterials ist es vortheilhaft, die Ladungen so stark, als möglich, zu machen; allein es giebt eine Grenze, die man nicht übersteigen muss. Es dürfen nämlich nie soviel Pakete auf einmal eingesetzt werden, dass der Schweisser Mühe hat, sie anzubringen, und dass er in Verlegenheit geräth, sie alle zweckmässig zu besorgen. In diesem letztern Falle würde man wenig

Steinkohlen verbrennen; allein es ist wahrscheinlich, dass man einerseits schlecht ausgeschweisste Pakete, und anderntheils viel verbranntes und unbrauchbares Eisen und folglich viel Abgang erhalten würde. Die zwischen diesen Extremen anzunehmende Zahl lässt sich nicht vorher bestimmen, indem sie offenbar von der Gewohnheit und Geschicklichkeit des Schweissers abhängt. Jedoch kann man annehmen, dass bei mittlern Sorten eine Ladung 4—500 Kil. betrage, und dass ein Ofen in 24 Stunden etwa 5- bis 6000 Kil. ausgeschweisstes Eisen geben könne, wobei ein Abgang von 8 bis 12 Procent stattfindet.

In den Hütten, wo man die Gewohnheit hat, nur geringe Ofenladungen zu machen, gebraucht man wenigstens 4 Schweissöfen zur Bedienung eines Walzwerks; in andern, wo wegen zu geringer Triebkraft, oder wegen irgend einer andern localen Ursache der Betrieb nicht mit dem ganzen wünschenswerthen Nachdrucke geführt werden kann, gebraucht man nur zwei Oefen. Im Durchschnitte kann man mit einem gut eingerichteten und gut betriebenen Walzwerke, welches von geübten Arbeitern bedient wird, ohne alle Anstrengung, die Einsätze von drei gut betriebenen Oefen auswalzen.

Die zum Ausschweissen einer Ladung erforderliche Zeit beträgt im Durchschnitte 1 Stunde 10 Minuten, und das Auswalzen von 14 bis 18 Paketen dauert 11 bis 18 Minuten, so dass man auf 15 bis 16 Ladungen auf den Ofen und in 24 Stunden rechnen kann, d. h., auf eine Production von 15 bis 18 Tonnen mit 3 Oefen und in derselben Zeit.

Walzarbeit. — Wenn die Stücken die Schweisshitze erreicht haben, so bringt sie der Schweisser in die Nähe der Ofenthür, indem er mit denen beginnt, welche der Feuerbrücke am Nächsten liegen; der Gehülfe fasst sie mit einer Zange, lässt sie auf die Hüttensohle fallen und zieht sie bis zum Streckwalzgerüste, wo er sie mit Hülfe des ersten Walzgehülfen auf die Einlassplatte hebt. Sobald das Paket in das erste Kaliber gebracht worden ist, geht der Schweissarbeiter zum Ofen zurück. Sind die Pakete sehr schwer, so werden sie mittelst eines zweirädrigen Karrens, dessen obere Fläche in gleicher Höhe mit der Einlassplatte liegt, von dem Ofen zum Walzwerke transportirt; das übrige Verfahren ist ganz dasselbe, wie in dem andern Falle. Die ersten Durchgänge durch die Walzen, welche mit Schnelligkeit ausgeführt werden müssen, bieten oft einige Schwierigkeiten dar, wenn die Pakete stärker, als die Kaliber sind. Der Schweissgehülfe bleibt alsdann zur Hülfe des Walzers bei dem Walzgerüste, stösst mit demselben das Paket in das Kaliber und wirft etwas trocknen Sand auf die Oberfläche des Pakets, um das Fassen der Walzen zu erleichtern.

Nachdem der Walzarbeiter den Stab durch alle Kaliber der Streckwalzen geführt hat, durch welche er gehen soll, wobei er ihn nach jedem Durchgange um $\frac{1}{4}$ seiner Peripherie dreht, und wenn der Stab gehörig zusammengeschweisst und noch hinreichend warm ist, so reicht ihn der an der hintern Seite des Streckwalzgerüstes stehende Gehülfe dem Gehülfen des Walzers von dem Schlichtwalzgerüste, der ihn über die oberste Walze dem an der Vorderseite dieses Gerüstes stehenden Walzmeister zureicht. Dieser fasst den Stab und führt ihn durch die Kaliber, deren Oeffnung er vorher bestimmt hat, indem er ihn, wenn er Flacheisen walzt, um die Hälfte, und wenn er Rund- oder Quadrateisen walzt, um $\frac{1}{4}$ seiner Peripherie dreht. Der Stab gelangt auf diese Weise zu dem letzten oder vollendeten Kaliber, durch welches er ihn wenigstens zwei Mal, oft aber noch mehr, durchführt, und wobei er seine Dimensionen mit einem stählernen Kaliber genau nachmisst. Da der Walzmeister für das richtige und

gute Auswalzen der Stäbe verantwortlich ist, so wirft er einen Stab, den er für fehlerhaft erkennt, zu dem Brucheisen, oder den Abgängen.

Das Durchwalzen durch die Polirwalzen, wenn es überhaupt stattfindet, geschieht ebenfalls von dem Walzmeister, seinem Gehülfen und einem Knaben, der an den Schraper gestellt wird. Er erhebt die obere Backe des Werkzeugs, und sobald der Stab zwischen die Walzen eingeführt worden ist, lässt er sie nieder und drückt stark auf den Hebel, um die Oxydschicht wegzunehmen, mit welcher die Flächen überzogen sind. Hat das Durchwalzen durch das Polirwalzgerüst eine Verminderung der Stärke von den Stäben zum Zwecke, so geschieht es in der Temperatur, in der sie aus den Schlichtwalzen hervorkommen; will man ihnen aber eine schöne Politur ertheilen, so lässt man sie bis zur Dunkelrothglühhitze erkalten.

Die gewöhnlichsten und hauptsächlichsten Rücksichten, welche die Walzarbeiter zur Erlangung guter Resultate zu nehmen haben, sind die folgenden:

1) Die Walzen müssen stets dicht aneinander liegend und vollkommen parallel gehalten werden, damit die Flachstäbe einen rechtwinkligen Durchschnitt erhalten, und gerade aus dem Kaliber hervortreten.

2) Der Walzer muss den Stab immer genau in der Ebene des Kalibers halten, um die Veränderung seiner Kanten zu vermeiden.

3) Er muss, sobald er mit der Zange in die Nähe der Walzen gekommen ist, dieselbe rasch loslassen, damit sie nicht von dem Kaliber gefasst werde. Ein solcher Unfall, der ungeschickten und unaufmerksamen Arbeitern wohl passiren kann, besonders bei einer etwas bedeutenden Umlaufsgeschwindigkeit der Walzen, kann einen Bruch derselben veranlassen, wenn die Muffen und die Sicherheitsbüchsen einen zu grossen Widerstand darbieten.

4) Der an der Hinterseite der Walzgerüste stehende Arbeiter muss seine Zange stets offen und bereit halten, um das Ende des hervortretenden Stabes zu fassen; vernachlässigt er diese Vorsichtsmaassregel, so setzt er sich der Gefahr aus, von dem Eisen erreicht und verbrannt zu werden.

5) Endlich muss der mit dem Schmieren des Walzwerks beauftragte Arbeiter dahin sehen, dass die Zapfen stets geschmiert und durch Wasser abgekühlt seyen, damit ihr Erhitzen die Maschine nicht unnütz belastet. Auch die ersten Kaliber der Streck- und der Schlichtwalzen werden durch einen kleinen Wasserstrahl abgekühlt, und dieselbe Vorsichtsmaassregel ist auch bei den Polirwalzen zu berücksichtigen, wenn deren Bahn ihre ursprüngliche Härte beibehalten soll.

Geraderichten der Eisenstäbe. — Nachdem die Stäbe das Walzwerk verlassen haben, werden sie sofort von einem Arbeiter in Empfang genommen und zur Richtplatte oder Richtbank gebracht, auf welcher man alle ihre Flächen mit hölzernen Schlägeln beklopft, wodurch die verschiedenen Krümmungen verschwinden, welche sie noch haben können. Schwache und leichte Stäbe, hauptsächlich die runden und quadratischen, lassen sich noch leichter gerade richten. Zwei Arbeiter fassen die beiden Enden des Stabes mit ihren Zangen, heben sie zu gleicher Zeit und schlagen ihn mit Heftigkeit und ohne ihn loszulassen, gegen die Platte. Nach drei oder vier Schlägen ist er vollkommen gerade geworden. Sehr lange Stäbe, wie, z. B., alle Bandeisensorten, werden auf der Hüttensohle selbst gerade gerichtet.

Das Geraderichten beschäftigt etwa 3 Arbeiter in einer zwölfstündigen Schicht; dieselben werden nach dem Gewichte bezahlt und verdienen etwa anderthalb Franken täglich.

Das Abschneiden der rauhen Enden der Stäbe. — In den Hütten, wo die Richtplatten mit Scheeren mit ununterbrochener Bewegung versehen sind, werden fast alle Stäbe noch warm, sobald sie gerade gerichtet sind, beschnitten. Gewöhnlich nimmt man aber diese Operation nach dem Erkalten der Stäbe mit einer besonders dazu vorhandenen Scheere vor. Bei einem lebhaften Betriebe beschäftigt das Abschneiden der rauhen Enden einen darauf eingeübten Arbeiter und einen Tagelöhner, welcher die Stäbe herbeibringt, und die beschnittenen wieder wegträgt.

Das Einbinden der Stäbe. — Die gröbern Eisensorten kommen in einzelnen Stäben in den Handel, die feinern dagegen in Bunden von 20—25 Kil., $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Centn. etc. Das Einbinden geschieht auf einer hölzernen Bank, welche mit 2 oder 3 eisernen Formen versehen ist, in welche man die Stäbe legt, und dahin sieht, dass sie so dicht, a's möglich, aneinander liegen. Man drückt darauf das Bund mittelst eines an jeder Form vorhandenen Hebels zusammen und umgiebt die Enden und die Mitte mit einem Bande von dünnem Bandeisen, Schneideisen, oder schwachem Rundeisen, worauf man das fertige Bund aus der Form herausnimmt und andere Stäbe hineinlegt. Sind die Stäbe vorher gehörig gerade gerichtet, so erfolgt das Einbinden ohne Schwierigkeit und sehr schnell.

Materialverbrauch und Production. — Zu 1000 Kil. fertigem Eisen sind 1200 Kil. Frischeisen erforderlich, wovon etwa 80 bis 100 Kil. zu dem Abgange und zu den rauhen Enden gerechnet werden müssen. Der Steinkohlenverbrauch in dem Schweissofen beträgt 5- bis 600 Kil.

Was nun die Triebkraft betrifft, die zu einer Tonne gröberer Eisensorten, die mit dem Grobeisenwalzwerke fabricirt worden ist, gehört, so lässt sie sich leicht auf folgende Weise feststellen:

1) Bei Anwendung von Frischeisen aus den Heerden, welches mit dem Puddelwalzwerke vorbereitet worden ist:

1200 Kil. à 45415 Dynamien , .	54498 Dyn.
Arbeit der Maschine: 90 theoretische Pferdekräfte oder 6,75 Dynamien in der Secunde, geben in 13 Minuten und für 396 Kil. 52651 Dyn. oder auf die Tonne: 376 : 52651 = 1000 : x =	14002 —
Summa in Dyn.	68500

2) Bei Anwendung von Puddeleisen (Holzkohlenroheisen).

1200 Kil. Puddeleisen à 49143 Dyn. = ...	58971 Dyn.
Arbeit der Maschine	14002 —
Summa in Dyn.	72973.

3) Anwendung von Schirbeln oder Kolben, die mit Holz gefrischt und unter dem Hammer gezängt worden sind (neue Apparate):

1200 Kil. à 60060 Dyn.	72072 Dyn.
Arbeit der Maschine	14002 —
Summa in Dynamien	86074.

4) Anwendung von Materialeisen Nr. 2 (Coaksroheisen):

12 Kil. à 116852 Dyn. = ...		140222
Arbeit der Maschine		14002
	Summa in Dynamien	154224.

Verarbeitet man Flachstäbe oder Platinen mit der Streckwalze Nr. 3 und ohne sie durch die Schlichtwalzen gehen zu lassen, so wird sich die Menge der verbrauchten Triebkraft nur auf $\frac{5}{9}$ auf der erheben, welche wir aufgeführt haben; auch würde man nur 1100 Kil. Eisen Nr. 1 statt 1200 Kil. gebrauchen. Demnach würde man in den vorhergehenden Fällen haben:

Nr. 1.	1100 Kil. à 45415 Dyn. = . . .	49965	57744 Dyn.
	Arbeit der Maschine = $\frac{14002 \times 5}{9}$ = .	7779	
Nr. 2.	1100 Kil. à 49143 Dyn.	54057	61836 —
	Maschine	7779	
Nr. 3.	1100 Kil. à 60060	66060	73839 —
	Maschine	7779	
Nr. 4.	1100 Kil. à 116852	128517	136316 —
	Maschine	7779	

Productionskosten. — Die Productionskosten hängen sehr wesentlich von der Beschaffenheit der fabricirten Sorten und von dem Maassstabe der Fabrication ab. Wir wollen hier annehmen, dass man 4 Schweissöfen in Betriebe habe, welche in 12 Stunden wenigstens 8000 Kil. produciren, und dass das Walzwerk durch eine Dampfmaschine von 45 Pferdekräften, deren Kessel von der aus den Oefen entweichenden Wärme gefeuert werden, bewegt worden sey. Es wird alsdann eine Tonne verkäufliches Eisen der Fabrik kosten:

Materialien:		
Rohschienen oder Eisen Nr. 2 1100 Kil.	A.	
Steinkohlen 600 Kil.	B.	
Zerschneiden und Bildung der Pakete:		
Ein Schneidearbeiter täglich	2,50 Fr.	
Zwei Gehülfen	3,00 —	
Summa für 8 Tonnen	5,50 Fr.	
d. h. auf die Tonne . .		0,64 Fr.
Schweissarbeit:		
4 Schweisser täglich	20,00 Fr.	
4 Gehülfen —	8,00 —	
1 Tagelöhner, der Kohlen herbeischafft etc. . .	1,50 —	
Summa für 8 Tonnen	29,50 Fr.	
d. h. auf die Tonne		3,69 Fr.
Zum Uebertrage A + B +		4,33 Fr.

Uebertrag A + B + 4,33 Fr.

Walzarbeit:

1 Walzmeister	6,50 Fr.		
1 erster Gehülfe	4,50 —		
2 zweite Gehülfen	6,00 —		
2 dritte Gehülfen	4,50 —		
In Summa	21,50 Fr.		
d. h. auf die Tonne			2,69 Fr.

Diverse Kosten:

1 Aufseher	6,00 Fr.		
1 Maschinist	5,00 —		
1 Maschinenwärter	1,50 —		
1 Arbeiter an der Scheere	2,00 —		
1 Gehülfe	1,50 —		
Geradrichter, Wagearbeiter und Gehülfen	8,00 —		
In Summa	24,00 Fr.		
d. h. auf die Tonne			3,00 Fr.

Reparaturen:

Der Oefen		1,20 Fr.	7,95 Fr.
Der Gezähe		1,30 —	
An Maschine und Walzwerk		4,80 —	
Oel und Fett		0,65 —	

Interessen und Amortisirung der Capitalien:

Interessen von 5 Procent und Amortisation in 20 Jahren eines Capitals von 630000 Fr.	50500 Fr.		
Interessen von einem Betriebscapitale von 400000 Fr. zu 8 Proc.	32000 —		
Generalkosten	40000 —		
Summa für das Jahr und 4500 Tonnen	122500 Fr.		
d. h. auf 1 Tonne			27,22 —

Summa der Productionskosten A + B + 45,19 Fr.

Das Gesagte wird hinreichen, um zu zeigen, wie die Productionskosten-Berechnung bei einem Grobeisenwalzwerke gemacht werden müsse.

Fabrication feiner Eisensorten mittelst des Feineisenwalzwerks.

Die Anfertigung feiner Eisensorten mittelst des Feineisenwalzwerks wird durch ähnliche Processe bewirkt, als die bei der Fabrication des Grobeisens beschriebenen. Der einzige wesentliche Unterschied zwischen beiden Betrieben besteht darin, dass man in den meisten Fällen Kolben von 0,03 bis 0,05 Meter starkem Quadrateisen, die mittelst des Grobeisenwalzwerks vorbereitet worden sind, statt Paketen von Rohschienen oder Eisen Nr. 2 verarbeitet.

Feineisenwalzwerk.

Ein Feineisenwalzwerk, welches unter den gewöhnlichen Bedingungen betrieben wird, hat keine verwickeltere Zusammensetzung, als ein Grobeisenwalzwerk. Man findet dort ein Streckwalzwerk, ein Schlichtwalzwerk und Polirwalzen. Allein diese geringe Anzahl von Gerüsten würde zur Fabrication sehr langer Stäbe von feinem Rundeisen, von 5 bis 6 Millimeter Durchmesser, welches die Hütten an die Drahtziehereien verkaufen, nicht genügen. Es besteht daher ein Feineisenwalzwerk gewöhnlich aus einem Streckwalzgerüste, auf welches 4 Gerüste für Präparir- und Schlichtwalzen folgen, deren letztes auch Polirwalzen aufnehmen kann.

Die Walzen haben einen mittlern Durchmesser von 0,15 bis 0,22 Meter; 0,40 bis 0,60 Meter Körperlänge, mit Ausnahme der Polirwalzen, deren Bahn nur 0,20 bis 0,25 Meter lang ist. Ihre Geschwindigkeit wechselt von 200 bis 250 Umgängen in der Minute, und es werden drei Gerüste von einer Maschine von 30 bis 35 Pferdekräften, 5 Gerüste aber durch eine Maschine von 40 bis 45 Pferdekräften betrieben.

Beschreibung. — Die auf Taf. 61 dargestellte Einrichtung ist die folgende:

1) Für die Uebertragung der Bewegung: eine lange Welle, welche auf der einen Seite mit einer Einrichtung zum Aus- und Einrücken, und auf der andern mit einem Muff versehen ist; sie ruht auf zwei Rändern und macht 200 Umgänge in der Minute.

2) Ein mit dieser Welle verbundenes Getriebegerüste.

3) Drei Walzgerüste mit Walzen von 0,20 Meter Durchmesser und von 0,60 Meter Bahnlänge.

4) Zwei Walzgerüsten von 0,40 Meter Bahnlänge, von denen das eine auch Polirwalzen von 0,25 Meter Bahnlänge aufnehmen kann.

Alle Gerüste sind zu 3 Walzen eingerichtet und ruhen auf 6 Sohlplatten von 1,20 Meter Breite, 0,04 Meter Stärke und 8,47 Meter ganzer Länge. — Sie sind mit 4 Linien abgerichteter Erhöhungen, die denen des Ständerfusses entsprechen, und mit 2 Randleisten versehen, die 0,656 Meter voneinander liegen und durch 24 Bolzen mit dem hölzernen Fundamente verbunden sind. Die Schwellen dieses Fundamentes liegen 1,20 Meter über- und auseinander.

Alle Gerüste, mit Ausnahme von dem Getriebegerüste, haben gleiche Einrichtung und bestehen aus 2 Ständern, die mit dem Fusse aus einem Stücke gegossen und oben durch eine gusseiserne Kappe verbunden sind. Zu der Verbindung der Ständer und Kappe dienen Schrauben von 0,048 Meter Durchmesser und mit 0,012 Meter hohen flachen Gängen, wie bei den Getriebegerüsten der Grobeisenwalzwerke. Auf der Sohlplatte sind sie durch 4 Bolzen befestigt und zwischen den Randleisten eingekeilt.

Das erste Gerüste nimmt 3 Getriebe mit abwechselnden Zähnen auf, und durch das mittlere wird die Bewegung auf das ganze Walzwerk übertragen. Diese Getriebe haben auf dem Theilrisse 0,20 Meter Durchmesser, eine Theilung von 0,45 Meter und 14 Zähne von 0,3110 Meter ganzer Länge. Der Zapfendurchmesser beträgt 0,108 Meter, ihre Länge 0,135 Meter. Alle Zapfen, sowohl der Getriebe, als auch der Walzen, ruhen auf halbkreisförmigen Pfannen von Rothguss, die in gusseisernen Lagern eingelassen sind. Diese Lager sind mit sehr genauen Mitteln zur Stellung versehen. (Man sehe die Beschreibung der Taf. 61.)

Die Gerüste mit Walzen, welche mit spitzbogenförmigen, ovalen, runden oder quadratischen Kalibern versehen sind, haben blecherne Abstreifplatten, die Flacheisen-

walzen dagegen Abstreifmeissel. Der Schraper der Polirwalzen hat dieselbe Einrichtung, als bei dem Grobeisenwalzwerke.

Von den Walzen. — Die Walzen, welche die Garnituren der Feineisenwalzgerüste bilden, haben die Einrichtung, dass man damit Flacheisen von 0,034 bis 0,016 Meter Breite und von einer Stärke, die 0,022 bis 0,001 beträgt, sowie Rund- und Quadrateisen von 0,018 bis 0,010 Meter Stärke, anfertigen kann. Zur Vorbereitung dieser Sorten ist ein einziges Streckwalzwerk mit 3 Walzen hinreichend, möge man nun Pakete oder Kolben verarbeiten; wir geben eine Abbildung davon (Taf. 62, Streckwalze Nr. 1).

Die Schlichtwalzen für Rund- und Quadrateisen sind mit Kalibern versehen, die mit einer Differenz von 1 Millimeter zunehmen; sie sind auf drei Walzen angebracht, deren Durchmesser man von der obersten bis zur untersten etwas vermindert. Man bringt in diesem Falle zwei Abstreifplatten an, eine obere und eine untere. Die Flacheisensorten nehmen mit einer Differenz von 2 Millimetern zu und werden mit zwei Walzen fabricirt, deren Kaliber eine analoge Einrichtung haben, als die schon beschriebene. Arbeitet man mit drei Walzen, wodurch der Betrieb sehr beschleunigt wird, so kann man entweder die mittlere Walze, in Beziehung zu den beiden andern, als Matrizenwalze gelten lassen, oder man richtet sie so ein, dass sie in Beziehung zur obern Walze, Matrizenwalze, und in Beziehung zur untern, Patrizenwalze ist. Die erste Einrichtung hat, obgleich sie häufig angenommen worden ist, den grossen Nachtheil, dass die Stäbe, welche zwischen den beiden untern Walzen stecken, das Bestreben haben, sich zu erheben und sich um die oberste Walze zu wickeln, wenn sie bei ihrem Austritte aus den Walzen nicht gleich gefasst werden. Die zweite Einrichtung, welche die richtigste und sicherste ist, weil das durchgewalzte Eisen stets auf den Abstreifmeissel fällt, bedingt dagegen die Nothwendigkeit, dass die Kaliberringe der mittlern Walze in den Kalibern der untern arbeiten, während ihre eignen Kaliber mit den Ringen der obern Walze gehen. Diese Einrichtung erfordert daher eine sehr genaue Stellung der drei Walzen; jedoch findet man Ersatz in der grössern Leichtigkeit, mit welcher die Walzarbeit erfolgt.

Die geringen Dimensionen der zu fabricirenden Eisensorten gestatten hier keine starke Zunahme der Kaliberbreiten in einer und derselben Reihe, und man kann daher nur Differenzen von 1 Millimeter annehmen.

Alle Flacheisensorten können mit Reihen von drei Kalibern, auf welchen ein Polirwalzwerk folgt, angefertigt werden; ihre respectiven mittlern Höhen werden seyn:

Für Eisen von

0,034 M. Breite gegen 22 Mm. u. von 4 Mm. Stärke - 20 Mm. - 12 Mm. - 7,5 Mm. - 5 Mm.

Für Eisen von

0,027 M. Breite gegen 18 Mm. u. 4 Mm. Stärke - 16,6 Mm. - 9,4 Mm. - 6 Mm. - 4 Mm.

Für Eisen von

0,18 Met. Breite gegen 13 Mm. und 3 Mm. Stärke - 7,7 Mm. - 7,5 Mm. - 4,5 Mm. - 3 Mm.

Die dünnsten Sorten werden mit den letzten 3 Kalibern und mit den Polirwalzen gemacht, die stärksten können im zweiten und dritten Kaliber vollendet werden.

Die zu einem Feineisenwalzwerke, welches aus einem Streckwalzgerüste, einem Schlichtwalzgerüste und einem Polirwalzgerüste besteht, erforderlichen Walzen, sind die nachstehenden:

1 Garnitur Streckwalzen von 0,60 Met. Bahnlänge;
2 Garnituren Schlichtwalzen zu Quadrateisen von 0,04 Met. Bahnlänge;
2 Garnituren Schlichtwalzen zu Rundeisen von 0,40 Met. Bahnlänge;
4 Garnituren Schlichtwalzen zu Flacheisen von 0,40 Met. Bahnlänge.

In Summa 9 Garnituren,
welche 27 Walzen umfassen, die zusammen etwa 3500 Kil. wiegen. Dazu kommen ein Paar hartgegossene Polirwalzen von 0,25 Meter Bahnlänge und mit einem Gewichte von 150 Kil. Endlich ist es zu berücksichtigen, dass man wenigstens $\frac{1}{3}$ dieser Garnituren doppelt haben muss.

Bedienung. — Die Bedienung eines Feineisenwalzwerks mit zwei Gerüsten ist dieselbe, wie bei einem Grobeisenwalzwerke; obgleich man 2 Gehülfen (die *releveurs*) weglassen kann, indem sie bei dem geringen Gewichte der Stäbe fast unnöthig sind, so sind die Löhne doch eher höher, als niedriger, weil die Geschwindigkeit des Walzwerks die Anwendung geschickterer und geübterer Arbeiter erfordert.

Betrieb.

Pakete und Kolben. — Quadrat- und Rundeisen von 0,015 Meter Stärke und darüber, sowie Flacheisen, welches breiter, als 0,027 Meter und stärker, als 7 Millimeter ist, können aus Paketen ausgewalzt werden, die aus 0,054 Meter breiten Rohschienen oder Eisen Nr. 2 angefertigt worden sind. Zu den schwächern Eisensorten braucht man aber stets Kolben, und im Allgemeinen wendet man auch dies Verfahren stets dann an, wenn man Eisen von besserer Qualität fabriciren will.

Die Kolben werden aus Paketen von Rohschienen dargestellt, die man, mittelst der Streckwalze Nr. 3 des Grobeisenwalzwerks, in Quadrateisen von 0,030 bis 0,054 Meter Stärke verwandelt. Diese Stäbe werden, wenn sie aus dem Walzwerke kommen, unmittelbar zerschnitten, und zwar in Kolben von 0,40 bis 0,70 Meter Länge. Ihre Fabrication erfordert nur, wie wir schon gesagt haben, $\frac{4}{9}$ von der Kraft, welche zur Darstellung des verkäuflichen Eisens von denselben Dimensionen erforderlich ist, weil es nicht durch die Schlichtwalzen geht. Da es jedoch noch bedeutende Betriebskosten veranlasst, so muss man diese Betriebsmethode offenbar nur dann anwenden, wenn sie die Qualität des zu verarbeitenden Materialeisens erfordert.

Ausschweissen, Auswalzen. — Alle Pakete im Allgemeinen und selbst alle Kolben, die stärker, als 0,032 Meter sind, müssen in ordentlichen Schweissöfen ausgeschweisst werden. Nur die Platinen (flaches Materialeisen) oder die Kolben (quadratisches Materialeisen) von geringerer Stärke, kann man in Oefen wärmen, die mit der aus den Frischfeuern entweichenden Hitze gefeuert werden, wie es, z. B., in Hochburgund der Fall ist.

Ein Feineisenwalzwerk von 3 Gerüsten, von denen eins die Polirwalzen enthält, kann täglich nicht mehr, als 8 bis 9 Tonnen Eisen von mittlern Dimensionen produciren und erfordert daher nur zwei im Betriebe stehende Schweissöfen. Bei einem Walzwerke mit 5 Gerüsten kann man eine doppelte Production erzielen, indem man 2 Streckwalzgerüste, 2 Schlichtwalzgerüste und 1 Polirwalzgerüste betreibt, und indem man zu gleicher Zeit 2 Arbeiterbrigaden arbeiten lässt. Die zum Ausschweissen erforderliche Zeit ist hier offenbar geringer, als bei'm Grobeisen, allein die Ofenladungen

übersteigen 250 bis 300 Kil. nicht, und die zum Durchwalzen erforderliche Zeit ist in dem Verhältnisse zu dem Gewichte weit länger, weil die Stäbe leichter sind. — Man kann im Durchschnitt $\frac{3}{4}$ Stunden auf das Ausschweissen und $\frac{1}{2}$ Stunde auf das Auswalzen einer Hitze von 300 Kil. rechnen. Der Steinkohlenverbrauch ist nach deren Qualität und nach der Stärke des Eisens verschieden und beträgt 300 bis 450 Kil. auf die Tonne des Products; der Abgang beträgt 7 bis 8 Procent.

Kolben und Platinen von 0,032 Meter Stärke und darunter, können mit der entweichenden Hitze der Frischfeuer ausgeschweisst werden; ein einziges Feuer wärmt in 24 Stunden 16 bis 17 Ladungen von 180 Kil. eine jede, und producirt folglich 3000 Kil. Rund- und Quadrateisen von 9 bis 18 Millimeter Stärke, und eine gleiche Quantität Flacheisen, Bandeisen etc. Diese Methode, welche weit mehr bei dem mit Holz gefrischten Eisen, als bei dem von Puddeln mit Steinkohlen herrührenden angewendet wird, ist für dies letztere überall nicht recht zweckmässig, weil es im Allgemeinen weniger rein, als das andere ist, und weil es daher eines stärkern Hitzgrades bedarf, um den erforderlichen Grad der Reinheit zu erlangen.

Das Auswalzen der feinen Eisensorten erfordert mehr Vorsicht, mehr Sorgfalt und mehr Genauigkeit, als das des Grobeisens, und die Stäbe müssen mit der sorgfältigsten Genauigkeit die erforderliche Dimension bekommen.

Das Geradrichten und das Abschneiden der rauhen Enden geschieht auf die oben angegebene Weise; auch das Einbinden erfolgt ebenso, wie bei dem Grobeisen, jedoch verwendet man mehr Sorgfalt und Aufmerksamkeit darauf.

Materialverbrauch und Production. — Ein Feineisenwalzwerk nebst zwei Schweissöfen kann in 24 Stunden 8 bis 9 Tonnen Eisen von mittlern Dimensionen hervorbringen. Man verbraucht zu 1000 Kil. fertigem Eisen 1080 bis 1130 Kil. Eisen in Paketen oder 1050—1080 Kil. Kolben oder Platinen; ausserdem 40 bis 60 Kil. rauhe Enden und Ausschuss, sowie ohngefähr 400 bis 500 Kil. Steinkohlen.

Die Menge der auf eine Tonne Eisen verbrauchten Triebkraft lässt sich auf folgende Weise bestimmen, wobei man von dem Grundsatze ausgeht, dass 35 Minuten erforderlich sind, um eine Hitze von 300 Kil. durchzuheizen, und dass eine Maschine im Durchschnitt nur 35 Pferdekräfte bei'm Betriebe von 3 Gerüsten, mit Einschluss des Polirwalzgerüstes, verbraucht.

Anwendung von Paketen.

1) Puddeleisen in Paketen (Holzkohlenroheisen).

1150 Kil. à 49143 Dynamien auf die Tonne	57005 Dyn.
Maschine: 70 theoretische Pferdekräfte oder 5,25 Dynamien in der Secunde, machen für 35 Minuten und auf 300 Kil. 11025 Dyn., d. h. auf die Tonne	36750 —
Summa in Dynamien	93755

2) Eisen Nr. 2 in Paketen (Coaksroheisen):

1760 Kil. à 116852 Dynamien auf die Tonne	135548 Dyn.
Arbeit der Maschine	36750 —
Summa in Dynamien	172298

Anwendung von Kolben und Platinen.

1) Kolben von Holzkohleneisen, die mit den Streckwalzen dargestellt worden sind:

1100 Kil. à 45415 Dynamien	49956 Dyn.
Maschine	36750 —
Summa in Dynamien	86706

2) Kolben von Puddeleisen (Holzkohlenroheisen):

1110 Kil. à 61836 Dynamien	68637 Dyn.
Maschine	36750 —
Summa in Dynamien	105387

3) Kolben von Schirbeln, die im Heerde mit Holzkohlen gefrischt, gezängt und mit dem Grobeisenwalzwerke ausgestreckt sind:

1100 Kil. à 73839 Dynamien	81222 Dyn.
Maschine	36750 —
Summa in Dynamien	117972

4) Kolben von Heerdfrischeisen, die gänzlich unter dem Hammer dargestellt sind (neue Apparate):

1080 Kil. à 90000 Dynamien auf die Tonne	97200 Dyn.
Maschine	36750 —
Summa in Dynamien	133950

5) Kolben, die aus Eisen Nr. 2 dargestellt worden sind (Coaksroheisen):

1100 Kil. à 136313 Dynamien auf die Tonne	149994 Dyn.
Maschine	36750 —
Summa in Dynamien	186694

Productionskosten. — Wir untersuchen hier nicht den Productionspreis des Feineisens für jeden der betrachteten Fälle, sondern wir führen nur ein Beispiel an, welches unsere Leser bei ihren Bestimmungen leiten kann.

Wir nehmen ein Walzwerk mit 3 Gerüsten an, welches durch eine Dampfmaschine von 35 Pferdekräften betrieben wird, dessen Kessel seine Feuerung von der entweichenden Flamme der Oefen erhält; wir nehmen ferner 2 Schweissöfen an, welche 8 Tonnen in 24 Stunden produciren.

Productionspreis von 1000 Kil. Feineisen, die aus Paketen von Puddeleisen dargestellt worden sind:

Materialien:		
Rohschienen oder Eisen Nr. 2 1150 Kil.		A.
Steinkohlen 400 Kil.		B.
Zerschneiden und Bildung der Pakete:		
1 Arbeiter an der Scheere und 1 Gehülfe täglich	3,50 Fr.	
Für 1 Tonne		0,87 Fr.
Ausschweissen:		
2 Schweissarbeiter, 2 Gehülfen und 1 Tagelöhner, täglich	15,50 Fr.	
Auf die Tonne		3,87 —
Zum Uebertrage		A + B + 4,74 Fr.

		Uebertrag A + B +	4,74 Fr.
Walzarbeit:			
1 Meister und 1 erster Gehülfe, täglich	10 Fr.		
2 zweite Gehülfen	5 —		
Summa auf 4 Tonnen	15 Fr.		
Auf 1 Tonne			3,75 Fr.
Diverse Kosten:			
1 Aufseher	6 Fr.		
1 Maschinist	5 —		
1 Maschinenwärter	1,5 —		
Tagelöhner zum Geraderichten, Wägen und Einbinden	6 —		
Summa auf 4 Tonnen	18,50 Fr.		
Für 1 Tonne			4,63 Fr.
Reparaturen:			
Der Oefen	1,00 Fr.		7,80 Fr.
Der Gezähe	1,20 —		
Der Maschine und des Walzwerks	5,00 —		
Oel und Talg	0,60 —		
Ganze Summa ohne Interessen und Generalkosten		A + B +	20,92 Fr.

Bezieht man sich nun auf die Productionskosten des ausgewalzten und des ausgeschmiedeten Grobeisens, so erhält man ohne Schwierigkeit den Productionspreis für Feineisen, welches aus gewalztem oder geschmiedetem Kolbeneisen fabricirt worden ist, die in besonders gefeuerten Schweissöfen oder durch die aus den Frischfeuern entweichende Flamme die Schweisshitze erlangt haben.

Classificirung des Walzeisens.

Classificirung, welche auf die Beschaffenheit der Materialien und der Arbeit gegründet ist. — Das sowohl mit dem Grobeisen- als auch mit dem Feineisenwalzwerke dargestellte Eisen wird von den Fabricanten in verschiedene Classen getheilt, deren Preise im Verhältnisse zu den angewendeten Materialien, sowie zu den Fabricationskosten stehen und von der erstern bis zur letztern zunehmen. Die in den vorzüglichsten Hütten Frankreich's und Deutschland's angewendete Classificationsmethode soll in dem commerciellen Theile unseres Werks, der diesen Band beschliesst, dargestellt werden. Hier wollen wir die Frage hauptsächlich in Beziehung auf die Fabrication betrachten, und da ist offenbar die beste Art und Weise, sie zu behandeln, diejenige, zuvörderst eine Classificirung aufzustellen, welche auf die Beschaffenheit der Materialien, sowie auf die verschiedene Behandlung, welche das Roheisen erleidet, um in fertiges Eisen verwandelt zu werden, begründet ist. Wir müssen darauf zu einer zweckmässig geordneten Uebersicht der gewöhnlich in den Hütten angefertigten Eisensorten übergehen, wobei wir die Mittel angeben, welche uns die zweckmässigsten erscheinen, um ihnen die characteristischen Eigenschaften zu ertheilen.

Aus dem Gesichtspuncte der Materialien zerfällt alles Eisen in zwei grosse natürliche Classen, von denen die eine das Eisen enthält, welches durch die Verarbeitung des mit Coaks, Steinkohlen und Anthracit erzeugten Roheisens dar-

gestellt worden ist, das andere das aus dem **Holzkohlenroheisen** producirte. Man könnte noch eine dritte Classe annehmen, welche der Behandlung des Coaks- und Holzkohlenroheisens, in gemischter Anwendung, entspricht; allein da das Eisen offenbar zu einer der beiden ersten Classen gehört, jenachdem bei dem Gemenge das eine oder das andere Element vorherrscht, so brauchen wir es nicht besonders in Betracht zu ziehen, und wir begnügen uns daher damit, die Art der Classificirung anzugeben, welche sich auf die zu befolgende Betriebsmethode für eine jede der beiden angenommenen Abtheilungen bezieht.

Erste Abtheilung. — (**Coaksroheisen**). — Da das Puddelfrischen die Basis von der Bearbeitung des Coaksroheisens ist, so müssen wir von diesem Processe aus die Beschaffenheit der Producte zu unterscheiden anfangen. Sie können in 4 Gruppen getheilt werden: in die des **Puddeleisens** (Rohschienen), in die des **ausgeschweissten Eisens** (*fers ballés*), in die des **Kolbeneisens** und in die des **fertigen Eisens**.

Die **erste Gruppe** umfasst 3 Varietäten, *A*, *B* und *C*, des Puddeleisens.

A erhält man durch das unmittelbare Verpuddeln des Roheisens;

B durch denselben Process mit dem Feineisen;

C durch das Verpuddeln eines Gemenges von beiden Substanzen.

Das Zängen und die Anfertigung der Rohschienen können entweder mit dem Hammer allein, mit dem Walzwerke allein, mit dem Hammer und dem Walzwerke, und mit dem Quetschwerke und Walzwerke erfolgen. Die Varietäten *A* und *B* enthalten eine jede 4 Untervarietäten, und die ganze Gruppe umfasst deren 12; wir berücksichtigen aber nur die nur geschmiedete Untervarietät und bezeichnen sie mit *D*.

Die **zweite Gruppe** oder die des ausgeschweissten Eisens, des Eisens Nr. 2, erfolgt aus dem Ausschweissen von *A*, *B*, *C*, oder von *A* + *B*, und umfasst folglich 4 Varietäten, A', *B'*, *C'* und *E*, von denen eine jede 3 Untervarietäten gestattet. Das Ausschweissen kann mit dem Hammer, mit dem Walzwerke, oder mit beiden Apparaten zusammen bewirkt werden; man bezeichnet diese letzte Untervarietät mit *D'* und sie entspricht der Untervarietät *D* der vorhergehenden Gruppe.

Die **dritte Gruppe**, die der Kolben und Platinen, wird gebildet:

1) Durch das Ausschweissen von *A*, *B*, *C*; *A* + *B*; und *D*;

2) durch das von *A'*, *B'*, *C'* und *E*, im Gemenge mit *A*, *B* und *C*;

3) durch das von *A'*, *B'*, *C'*, *E*; — *A'* + *B'*; und *D'*.

Aus den 3 Arten von Kolben und 23 Varietäten.

Die vierte Gruppe des fertigen Eisens umfasst alle Producte, welche aus dem Ausschweissen der Rohschienen, des Eisens Nr. 2, eines Gemenges von beiden, sowie aus dem Ausschweissen der Kolben erfolgen. Es erfolgen daraus 5 sehr wohl unterschiedene Classen:

Erste Classe: Eisen mit einem Ausschweissen: es umfasst 5 Varietäten, welche durch das Ausschweissen des Eisens der Eisensorten der ersten Gruppe producirt wird.

Zweite Classe: Eisen mit anderthalb Ausschweissungen: sie umfasst 12 Varietäten, welche von dem Ausschweissen eines Gemenges von dem Eisen der ersten und zweiten Gruppe herrühren, und ausserdem eine grosse Menge von Untervarietäten.

Dritte Classe: Eisen mit 2 Ausschweissungen: es umfasst 6 Varietäten, welche aus dem Ausschweissen der Eisensorten der zweiten Gruppe erfolgen, ausserdem

Untervarietäten; und 5 Varietäten, welche dem Ausschweissen der Kolben Nr. 1 entsprechen.

Vierte Classe: Eisen von $2\frac{1}{2}$ Ausschweissungen; sie umfasst 12 Varietäten, welche dem Ausschweissen der Kolben Nr. 2 entsprechen.

Fünfte Classe: Eisen von 3 Ausschweissungen: sie umfasst 6 Varietäten, welche aus dem Kolben Nr. 3 erfolgen.

Zweite Abtheilung. — (Holzkohlenroheisen). — Die Producte dieser Abtheilung lassen sich, wie die der ersten, in 4 Gruppen theilen: die erste Gruppe ist die des in Rohschienen verwandelten oder aus dem Groben verarbeiteten Eisens und umfasst 2 Arten:

Das mit Holz verfrischte Eisen;

das mit Steinkohle etc. verpuddelte.

Die Bearbeitung aus dem Groben erfolgt unter dem Hammer, oder zwischen den Walzen und unter dem Hammer im Vereine, woraus demnach 2 Varietäten, *A* und *B*, entstehen, welche der ersten Art entsprechen, sowie 2 andere, welche der zweiten entsprechen. Die zweite Gruppe, die des ausgeschweissten oder des Eisens Nr. 2, erfolgt aus dem Ausschweissen von *A*, *B*, *C*, *D* und durch ein Gemenge von *A*, *B* mit *C*, *D*. Daraus gehen 5 Varietäten hervor: *A*, *B*, *C*, *D*, *E* und *A'*, *B'*, *C'*, *D'*, *E'*.

Die dritte Gruppe, die der Kolben und Platinen, besteht:

1) Aus dem ausgeschweissten Eisen von *A*, *B*, *C*, *D*; und *A* oder *B* mit *C* oder *D*;

2) aus dem Eisen von (*A*, *B*), im Gemenge mit (*A'*, *B'*) oder (*C'*, *D'*), und aus *C*, *D*, im Gemenge mit (*A'*, *B'*) oder (*C'*, *D'*);

3) aus dem Ausschweissen von *A'*, *B'*, *C'*, *D'*; und (*A'*, *B'*) + (*C'*, *D'*);

4) die ausgeschmiedeten Kolben und Platinen bilden eine besondere Art; daher 4 Arten und 15 Varietäten von Kolben.

Die vierte Gruppe dieses fertigen Eisens lässt 3 Reihen zu, welche sind: das mit Holz gefrischte Eisen, diejenigen Eisensorten, welche aus einem Gemenge von gefrischten und gepuddelten Stäben bestehen, und das gepuddelte Eisen. Jede von diesen Reihen umfasst mehrere Classen, welche auf die Anzahl der Schweissungen begründet sind. Man hat demnach:

Erste Reihe. — Mit Holz gefrischtes Eisen.

Erste Classe: Eisen von einer einzigen Ausschweissung: es umfasst 2 Varietäten, welche von der Anwendung des Ausschweissens auf die Producte *A* oder *B* der ersten Gruppe herrühren, und eine dritte, welche das Resultat des Ausschweissens der ausgeschmiedeten Schirbel ist.

Zweite Classe: Eisen von $1\frac{1}{2}$ Ausschweissungen: es kommt von dem Ausschweissen von (*A*, *B*) der ersten Gruppe, im Gemenge mit (*A'*, *B'*) der zweiten.

Dritte Classe: Eisen von 2 Ausschweissungen: die erste Varietät erfolgt aus dem Ausschweissen von (*A'*, *B'*), und die beiden übrigen von der Anwendung der Kolben Nr. 1.

Vierte Classe: Eisen von $2\frac{1}{2}$ Ausschweissungen: es kommt von den Kolben Nr. 2 her.

Fünfte Classe: Eisen von 3 Ausschweissungen: die 3 Varietäten entstehen aus den Kolben Nr. 3, oder aus dem Ausrecken der geschmiedeten Kolben Nr. 4 *).

*) Diese Kolben müssen wegen ihrer Beschaffenheit in diese Classe gestellt werden.

Zweite Reihe. — Gemenge von gefrischtem und gepuddeltem Eisen.

Erste Classe: Eisen von 1 Ausschweissung: 2 Varietäten, welche durch das Ausschweissen von (*A*, *B*) mit (*C*, *D*) producirt worden sind.

Zweite Classe: Eisen von $1\frac{1}{2}$ Schweissungen: 2 Varietäten, hervorgebracht durch das Ausschweissen von (*A*, *B*) + (*C'*, *D'*) oder von (*C*, *D*) + (*A'*, *B'*).

Dritte Classe: Eisen von 2 Ausschweissungen: 3 Varietäten, entstanden durch das Ausschweissen der Producte von der zweiten Gruppe, entweder von *E*, oder von (*A'*, *B'*) + (*C'*, *D'*), oder durch das Ausschweissen der Kolben Nr. 1.

Vierte Classe: Eisen von 2 Ausschweissungen: 2 Varietäten, aus den Kolben von Nr. 2 dargestellt.

Fünfte Classe: Eisen von 3 Ausschweissungen: es erfolgt aus den Kolben Nr. 3.

Dritte Reihe. — Mit Steinkohlen etc. gepuddeltes Eisen.

Erste Classe: Eisen von 1 Ausschweissung: 2 Varietäten, hervorgebracht durch das Ausschweissen von *C* oder *D*.

Zweite Classe: Eisen von $1\frac{1}{2}$ Ausschweissungen: sie kommen von einem Gemenge (*C*, *D*) + (*C'*, *D'*).

Dritte Classe: Eisen von 2 Ausschweissungen: die erstere Varietät entsteht aus dem Ausschweissen von (*C'*, *D'*); die beiden andern von der Benutzung der Kolben Nr. 1.

Vierte Classe: Eisen von $2\frac{1}{2}$ Schweissungen: es rührt von den Kolben Nr. 2 her.

Fünfte Classe: Eisen von 3 Ausschweissungen: 2 Varietäten, producirt aus den Kolben Nr. 3.

Wiederholung. — Die Classificirung nach dem Material und nach der Bearbeitung, welche wir in dem Vorhergehenden aufgeführt haben, lässt sich in der nachstehenden Tabelle wiederholen:

	Erste Abtheilung. Anwendung von Coaksroheisen.	Zweite Abtheilung. Anwendung von Holzkohlenroheisen.
Gruppe Nr. 1. Rohschienen. (Hammer-, Quetsch- oder Walzwerk).	Verpuddeln des Eisens *A* — — Feineisens . . . *B* — — Roh- und Feineisens im Gemenge *C* Puddeln mit blossem Ausschmieden *D*	Verfrischen mit Holz und Ausschmieden *A* Desgl. nebst Hammer-, Quetsch- und Walzwerk . . . *B* Puddeln und Ausschmieden *C* Desgl. nebst Hammer-, Quetsch- und Walzwerk . . . *D*
Gruppe Nr. 2. Eisen Nr. 2. (Walzwerke.)	Ausschweissen von $A=A'$ Desgl. $B=B'$ Desgl. $C=C'$ Desgl. $A+B=E$ Desgl. (unterm Hammer und den Walzen) von $D=D'$	Ausschweissung von $A=A'$ Desgl. $B=B'$ Desgl. $C=C'$ Desgl. $D=D'$ Desgl. $(A, B) + (C, D) = E$
Gruppe Nr. 3. Kolben oder Platinen.	Ausschweissungen von . . *A* Desgl. *B* Desgl. *C* Desgl. $A+B$ Desgl. *D* } Nr. 1. Desgl. . . . A' *A* Desgl. . . . B' *B* Desgl. . . . C' *C* Desgl. . . . *E* *D* } Im Gemenge mit … oder … Nr. 2. Desgl. A' Desgl. B' Desgl. C' Desgl. $A'+B'$ Desgl. D' } Nr. 3.	Ausschweissung von *A* Desgl. *B* Desgl. *C* Desgl. *D* Desgl. $(A, B) + (C, D)$ } Nr. 1. Desgl. (A, B) Mit $\{(A', B')\}$ Desgl. (C, D) Mit $\{(C', D')\}$ } Nr. 2. Desgl. A' Desgl. B' Desgl. C' Desgl. D' Desgl. $(A' B') + (C', D')$ } Nr. 3. Geschmiedete Kolben und Platinen Nr. 4.

		Einzige Reihe.	Erste Reihe. Gefrischtes Eisen.	Zweite Reihe. Gemenge.	Dritte Reihe. Puddeleisen.
Gruppe Nr. 4. Vollendetes Eisen.	1. Classe. (1 Ausschweissen).	Ausschweissen der Producte der 1. Gruppe.	Ausschweissen von *A* u. *B* der 1. Gruppe und ausgeschweisste Schirbel.	Ausschweissen von $(A, B) + (C, D)$ der 1. Gruppe.	Ausschweissen von *C* oder *D* der 1. Gruppe.
	2. Classe. ($1\frac{1}{2}$ Ausschweissen).	Ausschweissen der Gemenge von der 1. und 2. Gruppe.	Ausschweissen von $(A, B) + (A', B')$.	Ausschweissen von $(A, B) + (C', D')$ oder $(A', B') + (C, D)$.	Ausschweissen von $(C, D) + (C', D')$.
	3. Classe. (2 Ausschweissen).	Ausschweissen der Producte der 1. Gruppe und Ausschweissen der Kolben Nr. 1.	Ausschweissen von (A', B'). — Holzkohlen-Kolben Nr. 1.	Ausschweissen von $(A', B') + (C', D')$ und *E*. — Kolben vom Gemenge Nr. 1.	Ausschweissen von C', D' und gepuddelten Kolben Nr. 1.
	4. Classe. ($2\frac{1}{2}$ Ausschweissen).	Kolben Nr. 2.	Holzkohlen-Kolben Nr. 2.	Kolben vom Gemenge Nr. 2.	Gepuddelte Kolben Nr. 2.
	5. Classe. (3 Ausschweissen).	Kolben Nr. 3.	Holzkohlen-Kolben Nr. 3 und Nr. 4.	Kolben vom Gemenge Nr. 3.	Gepuddelte Kolben Nr. 3.

Die in dem Obigen dargestellte Classificirung umfasst durchaus nicht **alle Processe**, welche man mit dem Eisen vornimmt; dies ist auch nicht unsere Absicht gewesen, und wir würden dies auch nicht erreicht haben, ohne uns in Verwickelungen einzulassen, die wir zu vermeiden gesucht haben. So unvollständig sie aber auch erscheint, so giebt sie dennoch eine Uebersicht von den jetzt in den Hütten mit Walzwerksbetriebe angewendeten Manipulationen, und in dieser Beziehung kann sie, wie wir glauben, von einigem Nutzen für den Hüttenmann seyn, damit er sich Rechenschaft von seinen Processen geben und Productionskostenberechnung darüber aufstellen könne.

Das Bemerkenswertheste in der vorhergehenden Tabelle ist die ungeheure Verschiedenheit in der Qualität der Producte, die man durch die vereinigte Anwendung der verschiedenen beschriebenen Processe erhalten kann, es ist dies mit einem Worte der

Reichthum und die Unermesslichkeit der Quellen, die wir jetzt besitzen, um die uns von der Natur gegebenen Materialien bestens zu benutzen.

Classificirung, durch welche die Textur begründet ist. — Alle gewöhnlich in den Handel kommenden Eisensorten können, aus dem Gesichtspuncte ihrer Textur, in zwei Kategorien getheilt werden: in körniges und in fadiges Eisen.

Eisen mit körnigem Bruche ist für die Cementstahlfabrication unumgänglich nothwendig; ebenso ist es für Schlosserarbeiten, zu der Fabrication kurzer Waaren, sowie im Allgemeinen überall da gesucht, wo kleine Stücke zusammengeschweisst und in der Kleinschmiede stark bearbeitet werden sollen.

Diese so gesuchten Eigenschaften sind nur solchen Eisensorten eigenthümlich, die aus sehr reinen Materialien dargestellt werden konnten, oder solchen, die man durch Bearbeitung vollständig gereinigt hat, wobei man es sich zur Aufgabe gemacht hat, ihr Korn nicht in Faden zu verwandeln. Die Bearbeitung mit dem Hammer ist für das körnige Eisen hauptsächlich geeignet, und man muss die Bearbeitung mit den Walzen, wodurch das Eisen stets mehr oder weniger fadig wird, soviel, als möglich, zu vermeiden suchen.

Verfrischt man das Eisen durch den Puddelprocess, so muss man kleine Luppen machen, muss sie unter dem Hammer zängen, die Stücke darauf durch Zusammenlegen mehrerer, durch Ausschweissen und Ausschmieden, gerben, den ausgeschmiedeten Stab in den Ofen zurückbringen und mit den Walzen vollenden. Die Wirkungen des Kaltschmiedens hebt man dadurch wieder auf, dass man die Stäbe in einer dunkeln Rothglühhitze ausglüht und sie unter einem Hammer mit breiter Bahn abschlichtet.

Das mit Holz gefrischte Eisen kann auf dieselbe Weise behandelt werden; ist es aus gutem Material dargestellt, so kann man das Gerben vermeiden und die schweisswarm gemachten Schirbel unmittelbar zum Walzwerke bringen. Die Qualität des Eisens wird um so besser seyn, jemehr der Schirbel geschmiedet ist, ja in manchen Fällen kann es von Nutzen seyn, den Schirbel zu Platinen auszuschmieden, und diese zu Stäben auszuwalzen.

Alle diese durch die Erfahrung bestätigten Processe, beruhen auf dem Grundsatze, das Eisen durch die Einwirkung des Hammers vollständig zu reinigen.

Das fadige oder narbige Eisen kann gewöhnlich nur durch Ausschweissen und Ausstrecken mit Walzen erreicht werden. Das Eisen ist um so fadiger, je weicher es ist, und jemehr es ausgestreckt wird. Alle schwächern ausgewalzten Sorten sind ganz und gar fadig, die andern haben fast stets eine gemischte Textur von Faden und Korn, in welchem letzteres um so mehr vorherrscht, je härter das Eisen und je geringer der von den Walzen ausgeübte Druck ist. Um gänzlich fadiges Eisen von starken Dimensionen darzustellen, muss man Roheisen anwenden, welches von Natur dazu geeignet ist, ein solches Eisen zu geben, und es muss ausserdem das Eisen mehrmals in starken Paketen ausgeschweisst werden. Lässt man diese letztere Bedingung unberücksichtigt, so erhält man gewöhnlich ein Eisen mit gemengtem, fadigem und körnigem Bruche; es ist dies die gewöhnliche Beschaffenheit der guten, starken, ausgewalzten Eisensorten, wie sie in den Handel kommen.

Classificirung nach der Form. — In Beziehung auf die Form unterscheidet man drei Sorten: nämlich Rundeisen, Quadrateisen und Flacheisen.

Bei dem Quadrateisen unterscheidet man:

1) Quadrateisen mit körnigem Bruche zur Stahlfabrication, zu kurzen Waaren und zu Schlosserarbeiten; man kann es auf die weiter oben zur Fabrication des körnigen Eisens angegebene Art und Weise darstellen.

2) Starkes Quadrateisen zur Anfertigung der Achsen; es muss mit festem und hartem Eisen von erster Qualität dargestellt werden und auf seinem Bruche ein Gemenge von feinen Körnern und Faden darbieten, welches einen Beweis von seiner Härte und der Art und Weise seiner Bearbeitung giebt, sowie auch zu gleicher Zeit seine reine weisse Farbe für seine vollkommene Reinigung spricht. Jedoch kann man diese Eigenschaften nur dadurch erreichen, dass man sehr gutartiges Roheisen anwendet, dass man es mit Sorgfalt verfrischt, die Luppen unter dem Hammer zängt, die Stäbe ein- oder zwei Mal ausschweisst und auswalzt, nachdem man vorher Pakete daraus gebildet hat, wenn die vorzügliche Beschaffenheit des Eisens diese Arbeit nicht unnöthig macht.

Das Quadrateisen wird, nachdem es mit Steinkohlen schweisswarm gemacht worden ist, durch Bearbeitung unter einem leichten Schwanzhammer, in Achsen verwandelt.

3) Quadrateisen, welches höchstens 0,02 Meter stark ist, wird fast stets aus Kolben von Eisen Nr. 2 oder von Eisen Nr. 1 dargestellt und bietet gewöhnlich eine gänzlich fadige Textur dar. Soll solches Eisen eine vorzügliche Beschaffenheit haben, so wendet man dazu mit Holzkohlen gefrischte und ausgeschmiedete Kolben an.

4) Quadrateisen, welches höchstens 0,02 Meter stark ist, erhält man von sehr guter Beschaffenheit, wenn man Holzkohlenroheisen puddelt, aus den Rohschienen Pakete bildet und dieselben ausschweisst und auswalzt; oder wenn man aus Coaksroheisen dargestelltes Stabeisen Nr. 2 einer weitern Schweissung unterwirft. Solch Eisen wird namentlich in der Baukunst und im Maschinenwesen zu Bolzen, Ankern etc. angewendet, ohne dass eine grosse Bearbeitung in der Schmiede erforderlich wäre.

Bei dem Rundeisen unterscheidet man:

1) Körniges Rundeisen zu demselben Gebrauche und auf dieselbe Weise dargestellt, wie das körnige Quadrateisen.

2) Starkes Rundeisen zu kleinern Maschinenwellen; sie müssen, wie die Achsen, aus festem Eisen und können auch auf dieselbe Weise angefertigt werden. Es ist von höchster Wichtigkeit, dass ihre mehr körnige als fadige Textur vollkommen gleichartig sey, weil sie ohne Schwierigkeit auf der Drehbank bearbeitet werden müssen, und weil eine fehlerfreie polirte Oberfläche erforderlich ist.

3) Rundeisen für Schiffstaue, Ketten etc. müssen aus weichem und vollkommen fadigem Eisen angefertigt werden. Solch Eisen muss sich leicht biegen und schweissen lassen, und muss dem Zuge einen grossen Widerstand entgegensetzen. Diese Eigenschaften findet man sehr selten vereinigt, und es ist daher die Seileisenfabrication immer ein Privilegium für einzelne Hütten geblieben, welche ein vorzüglich gutes Roheisen produciren oder verarbeiten können; denn wenn auch, durch eine sorgfältige und zweckmässige Verarbeitung, ein Theil der natürlichen Fehler des Eisens verbessert werden kann, so ist es doch andererseits wahr, dass die dadurch entstehenden Betriebskosten oft so hoch sind, dass in Beziehung des Hüttenhaushalts eine solche Fabrication nicht zulässig ist.

Starkes Seileisen wird dadurch dargestellt, dass man Puddeleisen, oder Eisen Nr. 2, entweder für sich allein, oder im Gemenge, je nach ihren bessern oder gerin-

gern Eigenschaften, ausschweisst. Zuweilen verwendet man auch Holzkohleneisen zu dieser Fabrication, jedoch im Allgemeinen mehr zur Anfertigung der feinern Seileisensorten, an, welche zu Ketten für Hebeapparate, als Krahne, Haspel etc., verarbeitet werden.

4) Rundeisen von weniger als 0,02 Meter Durchmesser (0,018 bis 0,008) wird aus Kolben von Puddel- oder ausgeschweisstem Eisen angefertigt; es muss sich warm und kalt leicht verarbeiten lassen.

5) Rundeisen von mehr als 0,02 Meter Durchmesser wird hauptsächlich bei Maschinen und Bauwesen zu Bolzen, Stangen etc. angewendet und muss sich leicht in der Hitze verarbeiten lassen. Man erhält es im Allgemeinen durch ein blosses Ausschweissen in Paketen.

Die Flacheisensorten bieten eine sehr grosse Verschiedenheit dar: wir unterscheiden:

1) Sogenanntes Schlosser- oder Scheidenblech von 0,10 bis 0,15 Meter Breite und 1 bis 3 Millimeter Stärke. Blech dieser Art ist sehr gesucht zu Schlosserarbeit und muss aus starkem und weichem Eisen angefertigt werden. Die breitesten Sorten können nicht füglich durch ein einziges Ausschweissen dargestellt werden, und im Allgemeinen beginnt man damit, Stäbe von 8 bis 10 Millimeter Stärke und von etwas geringerer Breite, als das Blech, darzustellen, welche man in Platinen von 0,60 bis 0,80 Meter Länge zerschneidet, dieselben wärmt und dann unter Flach- oder Polirwalzen auswalzt.

Da bei diesem Processe das Eisen stets viel Faden erlangt, so muss man möglichst körniges Materialeisen dazu zu nehmen suchen, wesshalb auch geschmiedetes sehr zweckmässig dazu ist. Ist das Eisen von Natur nicht sehr weich, so ist es zweckmässig, die Tafeln, ehe sie in den Handel kommen, schwach auszuglühen.

2) Sägenblätter von 0,10 bis 0,15 Meter Breite und 4 bis 6 Millimeter Stärke müssen aus gutem, festem und hartem Eisen angefertigt werden. Man producirt es bei einem einzigen Ausschweissen und ohne es durch die Polirwalzen gehen zu lassen; jedoch ist es wesentlich, es schwach auszuglühen, und es darauf unter einem Hammer mit breiter Bahn abzurichten, um ihm Steifigkeit und Elasticität zu ertheilen.

3) Band- und Reifeisen von 20 Millimeter Breite und darüber und von 1 bis 2 Millimeter Stärke muss weich und fadig seyn, eine gute Politur haben und weder Kantenrisse noch Schiefern zeigen. Ueber 35 Millimeter breit, erhält man es durch ein Ausschweissen des Puddel- oder des schon ausgeschweissten Eisens; unter dieser Dimension fertigt man es aus Platinen an.

4) Reif- und Bandeisen von derselben Breite und von 3 bis 4 Millimeter Stärke, erfordert dieselben Eigenschaften und wird auf dieselbe Weise dargestellt, wie die vorhergehende Sorte.

5) Reifeisen- und Hufeisenstäbe von 12 bis 27 Millimeter Breite und 4 bis 6 Millimeter Stärke wird fast immer aus Platinen dargestellt.

6) Flacheisen mit polirter oder nicht polirter Oberfläche, von 20—50 Millimeter Breite und 5 Millimeter Stärke und darüber, erhält man durch ein Ausschweissen in Paketen.

7) Reifeisen von 27 Millimeter Breite und darüber und 7 Millimeter Stärke; seine Fabrication ist dieselbe, wie die der vorhergehenden Sorte, nur wendet man dabei kein Polirwalzwerk an.

8) Hufeisenstäbe von 27 Millimeter Breite und darüber und 9 Millimeter Stärke und darüber müssen aus möglichst hartem Eisen bestehen und sich in der Wärme vollkommen gut bearbeiten lassen.

9) Radreifen von 40 Millimeter und darüber Breite und 9 Millimeter und darüber Stärke, erfordern vorzüglich gutes Eisen und die grösstmögliche Härte.

10) Radschienen von 65 bis 160 Millimeter Breite und 13 bis 40 Millimeter Stärke; hierzu wird viel Holzkohleneisen genommen, und zwar das möglichst härteste. Die Radschienen werden gewöhnlich mit Löchern zur Aufnahme der Stifte, womit sie auf den Radfelgen befestigt werden, in den Handel geliefert. Das Lochen geschieht entweder mit den Händen, oder mit einem Durchschlage, nachdem die Schienen vorher in einem Ofen, welcher die entweichende Hitze benutzt, kirschroth gemacht worden sind.

11) Die verschiedenen, bis jetzt aufgezählten Eisensorten erfordern sämmtlich besondere Eigenschaften, welche man nur unter mehr oder weniger günstigen Umständen in Beziehung auf das Material, oder durch eine sorgfältige Bearbeitung zu erreichen vermag. Alle übrigen Flacheisensorten von mehr als 45 Millimeter Breite und 8 Millimeter Stärke bilden die Classe des gewöhnlichen Eisens, zu dem keine grosse Qualität erforderlich ist, welches aber einen billigen Verkaufspreis haben muss. In diesem Fabricationszweige herrscht eine grosse Concurrenz, und es liegt im Interesse der Hütten, davon so wenig, als möglich, anzufertigen, sondern im Gegentheile das bessere Eisen zu besondern Sorten zu verarbeiten.

Sechstes Kapitel.

Besondere Fabrication.

Wir beschäftigen uns hier bei den besondern oder speciellen Zweigen des Eisenhüttenbetriebes nur mit denen, welche eine commercielle Wichtigkeit erreicht haben, nämlich: die Zugutemachung der Stabeisenabgänge, die Anfertigung des Schneideeisens, des feinen Rundeisens, des Eisendrahts, des Eisenblechs, der Eisenbahnschienen, des Winkeleisens etc. und des hohlen Eisens.

Zugutemachung der Stabeisenabgänge und des alten Eisens.

Beschaffenheit der Stabeisenabgänge oder des Brucheisens. — Man kann mindestens drei Classen von Stabeisenabgängen und altem Eisen unterscheiden:

1) Gröbere Abgänge, bestehend aus Abgängen und Resten bei der Wagnerarbeit, als Achsen, Radreifen, sowie aus dem alten Eisen von eingerissenen Häusern, wie Bolzen, Anker und Stäbe aller Art etc.

2) Brucheisen von mittlerer Grösse, bestehend aus den rauhen Enden der Eisenstäbe, aus allen Ueberresten der Grobschmiede, der Schlosserwerkstätten, der Messerschmiede etc.

3) Kleines Brucheisen, bestehend aus Blechabschnitzeln, Bruchstücken von Röhren, Schrauben, Nägeln, Eisendraht etc.; sie sind gewöhnlich sehr verrostet, und sie müssen daher vor ihrer Zugutemachung gereinigt werden. Diese Arbeit hat durchaus keine Schwierigkeit und geschieht mittelst eines gusseisernen Cylinders, der mit Löchern versehen ist, und welcher, nachdem man ihn mit Eisenabgängen angefüllt hat, sich um seine Achse dreht. Nach 1 oder 2 Stunden, je nach der Geschwindigkeit und dem räumlichen Inhalte des Apparats, reinigt man vollkommen 3- bis 400 Kil. Eisenabgänge.

Die kleinen Eisenabgänge enthalten die meisten fremdartigen Metalle, wie Kupfer, Zinn, Messing, Blei, Zink etc.; sie müssen mit Sorgfalt davon abgeschieden werden, weil sie dem Schweissen und der Gleichartigkeit der Producte entgegen sind.

Verschiedene Methoden. — Die erste Classe der Eisenabgänge, die beste und die theuerste, bietet bei ihrer Zugutemachung nichts Eigenthümliches dar. Man zerschneidet die Stäbe mit der Scheere, macht davon ähnliche Pakete, wie bei'm Puddeleisen, die man im Schweissofen ausschweisst und sie dann mittelst des Grobeisenwalzwerks in einer Hitze zu Stäben auswalzt. Will man ein recht gleichartiges Product haben, so schweisst man zuvörderst die Pakete unter dem Hammer, bringt sie einige Augenblicke in den Ofen zurück und vollendet sie mit dem Walzwerke. Will man feine Eisensorten daraus fabriciren, so verwandelt man die Pakete in Kolben oder Platinen, die man dann auf die bekannte Weise weiter verarbeitet.

Die Eisenabgänge der zweiten oder dritten Classe können auf zweierlei Weise behandelt werden: im Gemenge mit zu verfrischendem Roheisen, oder allein. Die erstere Methode wird hauptsächlich in denjenigen Hütten angewendet, welche ihre rauhen Enden zugutemachen wollen; die zweite und bessere ist in solchen Hütten in Gebrauch, welche zur Zugutemachung der Stabeisenabgänge dazu eingerichtet sind.

Verfrischen der Stabeisenabgänge. — In den Hütten, in denen man das Roheisen mit Holzkohlen verfrischt, werden die Stabeisenabgänge dann zugesetzt, wenn die Luppe schon gemacht ist. War der Zuschlag nicht zu bedeutend, so erfolgt die Schweissung ohne Schwierigkeit, und das Ausbringen des Frischfeuers wird dadurch bedeutend erhöht. Zuweilen, und wenn man viel Brucheisen hat, verfährt man anders: man bereitet in dem Feuer ein Bad von Roheisen und Schlacken vor und setzt alsdann sehr viel Brucheisen ein; man rührt das Gemenge um und macht eine Luppe daraus, welche man auf die gewöhnliche Weise zängt. Dieses Verfahren wird sehr wenig angewendet, weil es einen starken Abgang und einen grossen Kohlenaufwand veranlasst.

In den Stabeisenhütten mit der englischen Betriebsmethode, in denen man ein Roheisen von mittelmässiger Qualität verpuddelt, dessen Producte einer Verbesserung bedürfen, benutzt man die Abgänge in den Puddelöfen, indem man sie dem Roheisen etwa in $\frac{1}{5}$ seines Gewichts zuschlägt, nachdem dasselbe eingeschmolzen worden ist. Die beiden Substanzen vereinigen sich auf diese Weise ganz vollkommen, der Puddelprocess wird beschleunigt und seine Resultate werden dadurch verbessert.

Wenn das Roheisen von hinreichend guter Beschaffenheit ist, um dieser Verbesserung nicht zu bedürfen, oder wenn man einiges Eisen von vorzüglich guter Beschaffenheit darstellen will, so verfolgt man ein ähnliches Verfahren, als das weiter oben bei den Frischfeuern angegebene. Man erhöht die Feuerbrücke des Puddelofens, stellt seine Heerdsohle gehörig her und schmelzt eine gewisse Quantität Roheisen ein;

darauf setzt man das Brucheisen nach und nach zu und rührt den jedesmaligen Zuschlag mit dem Roheisen um, welches sich selbst sehr bald in Stabeisen verwandelt. Darauf bildet man Luppen, welche man auf die gewöhnliche Weise zängt, sey es nun mit einem Quetschwerke, mit dem Hammer, oder mit den Walzen. Diese Methode kann sehr gute Resultate geben, wenn sie mit geschickten Arbeitern ausgeführt wird, die ihr Feuer so einzurichten wissen, dass kein oxydirender Luftstrom in den Ofen gelangt, und welche dahin sehen, dass alles gebildete Oxyd durch die Kohle des Roheisens zersetzt wird, indem sie das Frischen dieses letztern beschleunigen; dennoch ist stets zu fürchten, dass man viel Eisen durch die Oxydation einbüsse. Wirklich muss man die Anwendung des Brucheisenofens als Nebensache in den Hütten ansehen, da sichere und raschere Methoden existiren, um vieles Brucheisen und viele Stabeisenabgänge zugutezumachen: es ist dies die Behandlung in Paketen im Schweissofen. Wir haben schon bemerkt, dass diese Methode die einzige zweckmässige für das Brucheisen Nr. 1 sey; es muss aber ebenfalls auf die zweite und dritte Classe angewendet werden.

Zugutemachung des Brucheisens in Paketen.

Anfertigung der Pakete. — Die Bildung der Pakete von Brucheisen erfordert Sorgfalt und Aufmerksamkeit; sie geschieht in einer besondern, mit den gehörigen Vorrichtungen versehenen Werkstatt.

Die erste Operation, welcher die Stabeisenabgänge unterworfen werden, besteht in einem Sortiren, wodurch man sie in 2 oder 3 Classen trennt; man sieht dahin, davon nicht allein die fremdartigen Metalle zu trennen, sondern auch Stahl und Gusseisenstücke, welche zufällig damit vorkommen könnten, indem dieselben den Bruch der Scheeren veranlassen würden, wenn man sie zerschneiden wollte, und weil sie in allen Fällen die Beschaffenheit der Producte verändern müssten.

Stücke, deren Gestalt so unregelmässig ist, dass sie nicht füglich zur Bildung der Pakete angewendet werden können, sowie auch alle die, welche länger als 0,50 bis 0,70 Meter sind, werden mit der Scheere zerschnitten und mit den übrigen auf eine lange Tafel geworfen, um welche die mit der Bildung der Pakete beschäftigten Arbeiter stehen. Diese sind alle mit einem Apparate versehen, wie er in der Fig. 3 und 4 auf Taf. 70 dargestellt worden ist, und dessen Dimensionen der Dicke und der Höhe der Pakete, welche gewöhnlich 0,10 bis 0,20 Meter im Quadrat stark und 0,45 bis 0,70 Meter lang sind, entsprechen.

Die Flächen eines jeden Pakets bestehen aus Flachstäben, welche aus dem Brucheisen genommen werden, wenn sich solche darunter befinden, oder die man im entgegengesetzten Falle dazu vorbereitet; im Allgemeinen ist das letztere Verfahren besser, man nimmt alsdann Flacheisen von 0,07 bis 0,08 Meter Breite, und 0,007 bis 0,015 Meter Dicke und erhält dann weit regelmässigere Pakete.

Wenn der Arbeiter in die Form, welche ihm das Anhalten geben, die Stäbe gelegt hat, welche die untere Seite der Pakete bilden, so legt er das Brucheisen Stück für Stück darauf, sieht dahin, dass es so dicht, als möglich, aneinander liege, und dass die Zwischenräume mit den kleinen Stücken ausgefüllt werden. Nachdem das Paket die erforderliche Stärke erreicht hat, legt der Arbeiter die Deckstäbe darauf, drückt es mittelst eines zu dem Ende angebrachten Hebels und mit Hammerschlägen dicht

zusammen, und während er es in dieser Lage erhält, indem er seinen Fuss auf das Ende des Hebels setzt, vereinigt er das Paket an zwei oder drei Puncten mit Eisendraht, so dass es, ohne irgend seine Form zu verlieren, gehandhabt werden kann, und ohne dass die Brucheisenstückchen herausfallen könnten.

Brucheisenbüchsen. — Wenn das zu verarbeitende Brucheisen aus kleinen Stücken besteht, oder wenn man es zur Darstellung gewisser Eisensorten nur von dieser Art anwenden will, so verschliesst man es in Büchsen von dünnem Blech, die man sehr dicht anfüllt und oben ebenfalls mit einem Blechtäfelchen verschliesst. Auf diese Weise fertigt man zuweilen Pakete an, die gänzlich aus Nägeln bestehen, und die zur Anfertigung von Gewehrläufen dienen.

Das Ausschweissen. — Das Ausschweissen der Pakete geschieht in Schweissöfen, welche dieselbe Einrichtung, wie andere Ofen dieser Art, haben. Jedoch erhöht man zuweilen die Dimensionen der Heerdsohle und des Rostes, da die Pakete einen bedeutenden Raum in Beziehung auf ihr Gewicht einnehmen, und da sie sehr schnell schweisswarm gemacht werden müssen, damit sie so wenig, als möglich, durch den Abgang verlieren. Man setzt gewöhnlich 8 und 9 Pakete, die 0,50 bis 0,60 Meter lang und 0,15 bis 0,20 Meter in Quadrat stark sind, d. h., etwa 7 bis 800 Kil., auf einmal ein; das Ausschweissen dauert 70 bis 80 Minuten.

Das Ausstrecken. — Die Brucheisenpakete können in einer einzigen Hitze in verkäufliches grobes Stabeisen verwandelt werden. Will man feinere Eisensorten darstellen, so ist es zweckmässig, die Kolben oder Platinen vorher unterm Hammer oder mit den Streckwalzen auszuschweissen, die Stäbe dann noch rothglühend 10—15 Minuten in den Ofen zurückzubringen und dann erst ihr Ausstrecken zu vollenden. Die Brucheisenpakete von Nr. 2 und Nr. 3 können ohne Ausschweissung keine verkäuflichen gröbern Stabeisensorten von gutem Ansehen geben; man muss sie zuvörderst zu starken, flachen Schienen, mit oder ohne vorheriges Ausschmieden, auswalzen, diese Schienen zerschneiden, auf die gewöhnliche Weise Pakete daraus bilden, dieselben ausschweissen und alsdann auswalzen. Will man schwache Sorten fabriciren, so kann man die Pakete unmittelbar zu Kolben oder Platinen ausstrecken, welche man ausschweisst und alsdann auswalzt; jedoch ist es oft nothwendig, diese Kolben und Platinen aus von neuen gebildeten Paketen anzufertigen. Die zu befolgende Methode hängt stets von der Beschaffenheit des Brucheisens, sowie von den Erfordernissen des Fabricats ab.

Production und Materialverbrauch. — Die Zugutemachung des Brucheisens auf die soeben beschriebene Weise giebt stets treffliches Eisen; es ist weich, fadig, in der Hitze leicht zu bearbeiten und in der gewöhnlichen Temperatur sehr fest, wesshalb es zu Maschinentheilen, zu Reifen der Locomotivräder etc. sehr gesucht ist.

Der ganze Abgang beträgt bei dem Brucheisen Nr. 1 10—13 Procent und steigt bei nicht gereinigtem Brucheisen Nr. 3 bis auf 30 Procent. Hat dieses letztere den erwähnten Process vorher erlitten und sind die Pakete sorgfältig angefertigt, so ist sein Abgang nicht viel stärker, als der des Brucheisens Nr. 1. Der Steinkohlenverbrauch erhebt sich nur bis auf 8- oder 900 Kil. auf die Tonne fertiges Eisen von verschiedenen Sorten, vorausgesetzt, dass die Schweissöfen gut eingerichtet sind und besonders, wenn der Betrieb sehr lebhaft geführt worden ist.

Eine Hütte mit zwei Walzwerken, welche abwechselnd das eine zur Fabrication von groben, das andere von mittlern Eisensorten betrieben wird, kann mit zwei in

Betrieb stehenden Oefen monatlich etwa 150 bis 160 Tonnen fertiges Stabeisen von verschiedener Stärke produciren.

Die Zugutemachung des Brucheisens oder der Stabeisenabgänge ist besonders in der Nähe grosser Städte vortheilhaft, wenn man sich daselbst das Brennmaterial zu einem mässigen Preise verschaffen kann, indem es dort nicht an altem und Brucheisen jeder Art fehlt, und man ohne Transportkosten einen sichern Absatz hat. Hütten, welche von grossen Bevölkerungsmittelpuncten entfernt liegen, müssen ihr eignes Brucheisen zur Verbesserung ihrer übrigen Producte anwenden, und das aus grossen Städten bezogene Brucheisen kann nur für diejenigen Hütten von Nutzen seyn, welche in der Nähe liegen, indem für die entferntern die Transportkosten zu bedeutend seyn würden.

Von den Schneidwerken.

Entstehung. — Die Anwendung der Schneidwerke geht der der Walzwerke mit flachen, quadratischen oder runden Kalibern wenigstens um ein halbes Jahrhundert voran. Man erfand sie, um dünnes Flacheisen von weniger als 35 Millimeter Breite, sowie auch Quadratstäbe von 4 bis 20 Millimeter Stärke, wohlfeiler und schneller zu fabriciren, als dies mit dem Hammer möglich war. Man nahm zu dem Ende 1—2 Meter lange geschmiedete Eisenstäbe, streckte sie unter einem Walzwerke mit glatten Bahnen bis zu der erforderlichen Dicke des fertigen Eisens aus, zerschnitt oder spaltete sie alsdann ihrer Länge nach, indem man sie durch zwei Vereinigungen von kreisförmigen Schneiden, die in eisernen Gerüsten angebracht waren, gehen liess; beide wurden mittelst eines Wasserrades in einer gegenseitigen entgegengesetzten Richtung umgedreht. Der Stab wurde auf diese Weise in eine gewisse Anzahl von Ruthen oder schwachen Stäbchen getheilt, die um so bedeutender war, je breiter das angewendete Eisen war, und jemehr Schneiden das Schneidwerk enthielt. Seit der allgemeinern Anwendung der Walzwerke haben die Schneidwerke sehr viel von ihrer Wichtigkeit verloren, indem man mit denselben alle Eisensorten, die ehedem nur die Schneidwerke lieferten, mit grösserer Vollkommenheit fabricirte. Dennoch hat man diese Apparate, in verbesserter Gestalt und nach den jetzigen Erfordernissen des Eisenhüttenbetriebes eingerichtet, beibehalten, allein man fabricirt damit fast nur Stäbe von 3—10 Millimeter Stärke.

Angewendete Apparate.

Von den Oefen. — Die in den ältern Schneidwerken angewendeten Oefen waren gewöhnlich Flammöfen, an dem einen von ihren Enden mit einem Roste versehen, auf welchen man Reisholz verbrannte und am andern Ende mit einigen engen Oeffnungen, mittelst denen man die zu wärmenden Stäbe in den Ofen führte, womit man die ganze Höhe der Oefen, vom Heerde bis zu dem Gewölbe, ausfüllte, indem man jedoch dahin sah, sie voneinander zu trennen. Einige von diesen Oefen hatten Essen, die meisten aber nicht, und die Flamme, sowie der Rauch strömten aus den Einsetzöffnungen heraus. Jetzt werden solche Oefen gar nicht mehr angewendet, sondern gewöhnlich solche mit Steinkohlenfeuerung, oder mit Benutzung der aus den Frischfeuern entweichenden Flamme.

In manchen Hütten wendet man zum Wärmen der Stäbe Glühöfen (*fours dormants*, ruhende oder schlafende Oefen) an, in denen das Eisen unmittelbar auf den Steinkohlen liegt (Taf. 65 Fig. 1—4). Sie bestehen ganz einfach aus einem grossen Roste, mit einem Gewölbe darüber, unter welchem das Brennmaterial mit einem sehr geringen Zuge verbrennt, indem der Rauch aus der Einsetzthür entweicht, über der zu dem Ende ein blecherner Rauchmantel angebracht ist, welcher ihn aus der Hütte abführt. Die angewendeten Steinkohlen müssen sehr rein seyn, damit sie durch ihre Berührung das Eisen nicht verderben; auch ist es nicht möglich, diese Oefen an allen Orten anzuwenden, und in den meisten Hütten giebt man daher den Schweissöfen, von denen wir schon geredet haben, den Vorzug. Uebrigens sind diese in sehr vielen Fällen, und wie wir bald sehen werden, die einzigen, die anzuwenden sind.

Maschinen. — Die Vorrichtung zum Zerschneiden oder Spalten des Eisens, nachdem dasselbe zwischen den Streckwalzen gehörig ausgestreckt worden ist, besteht aus zwei Armaturen von Schneiden, deren Schneiden um 0,010 bis 0,015 Meter ineinander eingreifen und zwischen welchen man die Platinen durchgehen lässt. Die Garnituren sind in einem Gerüste von 4 Säulen angebracht, welches demnach hier ein Pilarengerüst ist, obgleich man auch eben so häufig Ständergerüste anwendet. Dies Gerüste ist durch Bolzen und Schrauben befestigt, und die Schneiden erhalten ihre Bewegung mittelst eines gewöhnlichen Gerüstes mit Getrieben.

Bei dem in Fig. 13 und 14, Taf. 64 dargestellten Schneidwerke ruht das Getriebe und das Schneidengerüst auf einer gemeinschaftlichen Sohlplatte, die ihrerseits auf einem hölzernen Schwellwerke befestigt worden ist. Die Bewegung wird den Getrieben durch ineinander greifende Muffen mitgetheilt, wie es bei den übrigen Walzgerüsten der Fall ist.

Die Kuppelungsgetriebe haben im Theilrisse 0,35 Meter im Durchmesser und sind mit 20 Zähnen von 0,0545 Meter Theilung versehen.

Das Schneidwerksgerüst (Taf. 64, Fig. 1—4) besteht:

1) Aus einer Sohlplatte, welche auf dem Schwellwerke befestigt worden ist.

2) Aus 4 hohlen gusseisernen Pilaren, die ihrer ganzen Höhe nach abgedreht worden sind (Fig. 4 bis). Sie laufen unten konisch aus und treten in gleichförmige Höhlungen an der Sohlplatte; oben endigen sie in eine eiserne Schraube, von welcher ein Theil in der Mitte der Pilaren eingelassen und befestigt worden ist.

3) Die Zapfenlager der untern Schneiden ruhen auf zwei Unterlagern mit Dillen, von denen jede in ein Pilarenpaar eingreift; die obern Zapfenlager sind an Stücken von derselben Gestalt angebracht.

4) Die untern Zapfenlager der obern Armatur ruhen auf Unterlagen, deren Enden halbkreisförmig über die Pilaren greifen, wogegen die Deckpfannen der Zapfen an Lagern mit Dillen befestigt worden sind. Das Zusammenziehen des ganzen Gerüstes erfolgt durch Schraubenmuttern, welche auf das obere Lager mittelst kleiner eiserner Scheiben, Fig. 5 und 6, einen Druck ausüben.

5) Vor und hinter dem Gerüste, und in der Mitte seiner Höhe, sind 4 gusseiserne Platten angebracht, welche in halbkreisförmige Theile endigen, die über die äussere Hälfte eines jeden Pilaren greifen, und von denen je zwei durch Bolzen mit Splicthen befestigt werden. Man nennt sie Brillenträger, weil sie zur Unterlage von kleinen Stücken Eisen, den sogenannten Brillen, dienen, welche zwischen die Schneiden treten, damit sich das Eisen nicht um die armirten Spindeln wickele; zu gleicher

Zeit dienen sie aber auch zur horizontalen Führung der zu spaltenden Platinen. Zur Seite werden die Platinen durch andere kleine Stücken Eisen geführt, welche an den Stangen der Brillenträger angebracht sind (Fig. 7—11).

Jede armirte Spindel (Fig. 12) besteht aus einer runden oder quadratischen Welle oder Spindel, auf welche die runden Scheiben, oder die sogenannten Schneiden aufgeschoben werden; je zwei Schneiden sind durch sogenannte Mittelscheiben getrennt, deren Durchmesser hinlänglich klein ist, damit die Brillen Platz haben, und das zu zerschneidende Eisen hindurchgehen könne. An dem einen Ende treten die Schneiden gegen eine, an der Spindel angeschweisste, starke Scheibe, während an dem andern Ende eine starke bewegliche Scheibe dagegen tritt. Durch alle diese Scheiben und Schneiden gehen, parallel mit der Achse, 4 Schrauben mit Muttern, welche dem Ganzen des Systems eine unveränderliche Festigkeit geben.

Bei der untern armirten Spindel haben die feste und die Deckscheibe einen gleichen Durchmesser mit dem der Schneiden, oder selbst noch einen etwas stärkern, und gegen jede tritt die erste Schneide zu beiden Seiten. An der obern Spindel haben die genannten Schneiden dagegen einen weit geringern Durchmesser, damit die obern Schneiden ohne Hinderniss zwischen die untern eingreifen können.

Die Schneiden sind entweder verstahlt, oder sie haben die Einsatzhärte; auf ihren Peripherien müssen sie abgedreht und an den Rändern müssen sie etwas ausgekehlt und ebenfalls abgedreht seyn, damit sie das Eisen mit aller gewünschten Schärfe zerschneiden und es mit der möglichst geringsten Reibung zwischen sich hindurchlassen. Die Mittelscheiben bestehen nur aus Eisen, sind aber ebenfalls abgedreht; ihre Stärke ist gleich der der Schneiden und des zu producirenden Schneideisens. Die Brillen bestehen aus Eisen oder aus Stahl, welches ohne allen Einfluss ist.

Die Anzahl der Schneiden, welche die untere armirte Spindel bilden, ist gleich der der obern Spindel und um eine vermehrt; die Anzahl der Stäbe, die aus einer Platine dargestellt wird, ist gleich dem doppelten, weniger 1, von dem von der Anzahl der Schneiden der obern Spindel. Sie ist demnach stets ungleich, und gleich der Summe der Schneiden beider Spindeln, weniger 2.

Um nicht zu breite Platinen anzuwenden, giebt man der Anzahl der Stäbe das umgekehrte Verhältniss von ihrer Breite. Es macht demnach:

die Schneide von 3 bis 9 Millimeter Breite	13	oder 11	Stäbe;
die von 10 bis 14 Millimeter	—	9	—
desgl. von 14 bis 16 Mm.	—	7	—
desgl. von 16 bis 22 Mm.	—	5	—
desgl. von 22 bis 27 Mm.	—	3	—

Diese Zahlen haben durchaus nichts Absolutes und können mehr oder weniger verändert werden. Wendet man breites Materialeisen oder breite Platinen an, so geht die Arbeit rascher, allein die Triebkraft der Streckwalzen und des Schneidwerks muss alsdann viel bedeutender seyn, welches wohl zu berücksichtigen ist, wenn die Triebkraft, über welche man zu verfügen hat, beschränkt ist. Die Geschwindigkeit, welche man den Schneiden ertheilt, wechselt von 1 bis 1,20 Meter in der Secunde, an der Peripherie, welches, bei armirten Spindeln von 0,35 Meter Durchmesser, 55 bis 65 Umgängen in der Minute entspricht.

Die zur Bewegung eines Schneidwerksgerüstes erforderliche Triebkraft ist mit der Stärke und der Breite des Schneideisens verschieden; man kann sie auf 8 bis 10 Pferdekräfte schätzen.

Alte Schneidwerke. — Bei den alten Schneidwerken, sowie man sie noch häufig trifft, ist die Einrichtung der Spindeln nicht gänzlich die angegebene; die Schneiden und die Mittelschneiden sind nicht durch Bolzen verbunden und aneinander geschraubt. Sie sind frei auf ihrer Spindel und werden an den Seiten nur durch die Bolzen der Brillenträger gehalten. Bei dieser Einrichtung ist vielleicht eine etwas geringere Triebkraft nöthig, wie bei der vorherbeschriebenen, weil das Eisen leichter aus den Schneiden heraustritt, allein sie giebt ein weit weniger schönes Product und verursacht starken Abgang; auch gestattet sie keine grössere Geschwindigkeit, als 35 bis 40 Umläufe in der Minute, wodurch die Productionskosten erhöht werden, weil sich die Production vermindert, ohne dass man die Anzahl der Arbeiter vermindern könnte.

Allgemeine Einrichtung. — In den Hütten, wo die Fabrication des Schneideisens nur ein Nebenzweig ist, steht das Schneidwerksgerüst neben dem Ausstreckwalzwerke des gewöhnlichen verkäuflichen Stabeisens, und das ganze Walzwerk geht mit gleicher Geschwindigkeit; jedoch ist es vorzuziehen, eine besondere, zweckmässig regulirte Bewegung zu haben, und man muss sich dann so einrichten, dass das Schneidwerksgerüst hinter dem Gerüste der Ausstreckwalzen steht, so dass die aus diesem herauskommenden Platinen sofort zwischen die Schneiden gebracht werden können. Da die Platinen nicht immer genau die Länge haben, welche man dem Schneideisen geben will, so bringt man zwischen beiden Gerüsten eine kleine, durch die Maschine bewegte Scheere an, oder man stellt auch nur eine auf Rollen stehende Handscheere auf, indem sich die dünnen Platinen warm ohne alle Schwierigkeiten zerschneiden lassen.

Die zu einem ununterbrochenen Betriebe eingerichteten Schneidwerke können auf zweierlei Weise eingerichtet seyn, je nach dem Fabricationssysteme, welches man angenommen hat. Wenn man geschmiedete oder gewalzte, hinlänglich dünne Platinen anwendet, so besteht das Schneidwerk lediglich aus einem Streckwalzengerüste und aus dem Schneidwerksgerüste, die an verschiedenen Wellen hintereinander liegen. Es ist dies der Fall bei allen ältern Schneidwerken. Wendet man dagegen dicke Platinen an, oder wenn das Eisen von Neuem ausgeschweisst oder gegerbt werden soll, so hat man erforderlich:

Zuvörderst ein Gerüst mit flachen Cylindern und mit Polirer, zwischen welchen die Platine oder das ausgeschweisste Paket ausgestreckt werden; zweitens ein Ausstreckwalzwerk, und endlich drittens ein Schneidwerk.

Diese Einrichtung (Taf. 64, Fig. 15), welche sehr häufig in den Umgebungen von Birmingham und Wolverhampton in England angewendet wird, macht den Betrieb gänzlich unabhängig von dem der andern Walzwerke und ist sehr haushälterisch, indem dabei nur wenige Arbeiter angewendet zu werden brauchen. Es ist bloss einer am ersten Gerüste, ein zweiter zwischen dem ersten und zweiten, und ein dritter bei dem Schneidwerke erforderlich; ausserdem ein Knabe, welcher das gespaltene Eisen von dem Schneidwerke abnimmt; im Ganzen daher nur 4 Arbeiter. Zuweilen zerschneidet selbst einer von ihnen die Stäbe vor oder nach ihrem Durchgange durch das Ausstreckwalzwerk in Stäbe von einer bestimmten Länge.

Betrieb der Schneidwerke.

Es finden zwei sehr verschiedene Betriebsmethoden bei der Darstellung des Schneideisens statt: die eine besteht darin, in einer Hitze das Ausschweissen und das Zerschneiden des Eisens zu bewirken; wogegen man bei dem andern Verfahren bereits ausgeschweisste Platinen anwendet.

Betrieb mit Ausschweissen. — Diese Methode ist nur in denjenigen Hütten anwendbar, deren Eisen sich gut schweissen lässt, und sie erfordert nothwendig die Anwendung von Schweissöfen, die mit Steinkohlen gefeuert werden. Man beginnt damit, auf die gewöhnliche Weise Flacheisen von 0,012 bis 0,015 Meter Dicke und 4 bis 6 Millimeter weniger breit als die zu benutzende armirte Spindel anzufertigen. Man zerschneidet es mit der Scheere und bildet daraus Pakete von 3 bis 4 übereinander liegenden Stäben. Diese Pakete werden weissglühend gemacht, zwischen Walzen mit flachen Kalibern ausgeschweisst und die durch das Ausstreckwalzwerk gegangenen Stäbe werden sogleich in 1 oder 2 Theile von 1,5—2 Meter Länge zerschnitten, worauf man sie einen nach dem andern durch das Schneidwerk gehen lässt.

Der Arbeiter, welcher das Schneidwerk bedient, muss dahin sehen, die Stäbe so einzustecken, dass er sich genau in der Achse des Gerüstes befinde, damit sich kein Grat an den Kanten der Stäbe bildet. Die armirten Spindeln müssen eine sehr regelmässige Lage haben, fest seyn und stets mit vielem Wasser befeuchtet werden, damit sie nicht so leicht ihre Härte verlieren. Der hinter dem Schneidwerke stehende Arbeiter, der sogenannte *rattrapeur*, muss mit einer leichten Zange versehen seyn, deren Gebiss rechtwinklig gegen die Schenkel gebogen ist; auch muss er eine kleine eiserne Stange, die in einen Haken endigt, in der Hand halten. Er fasst die herauskommenden Ruthen zuvörderst mit seiner Zange, geht mit ihnen zurück und hebt sie alsdann an ihrem andern Ende mit der Zange empor, die er in seiner rechten Hand hält; auf diese Weise hält er sie mit beiden Händen und legt sie einige Schritte von dem Gerüste entfernt regelmässig auf die Hüttensohle nieder. Dieselbe Arbeit wird mit jedem Stabe wiederholt.

In einigen Hütten werden die Pakete, ehe sie zwischen die flachen Kaliber gebracht werden, zwischen Streckwalzen mit spitzbogigen Kalibern gebracht; das Eisen wird dadurch nur besser vorbereitet, allein man bedarf alsdann eines vollständigen Grobeisenwalzwerks und 1 oder 2 Arbeiter mehr. Es ist von der höchsten Wichtigkeit, dass das Schweissen vollkommen sey, denn sonst theilt sich das Eisen bei dem Zerschneiden und es erfolgt viel Ausschuss.

Schneidwerksbetrieb mit Platinen. — Wenn das Schneideisen aus Platinen von mehr als 0,032 Meter Stärke, welche unter dem Hammer oder mit dem Walzwerke vorbereitet worden sind, fabricirt wird, so kann das Glühen derselben nur in mit Steinkohlen gefeuerten Oefen zweckmässig bewirkt werden. Man bringt die geglühten Platinen alsdann erst zwischen die Walzen mit flachen Kalibern, dann zwischen das Streckwerk und endlich zu dem Schneidwerke, wie wir schon bemerkt haben. Diese Methode giebt die besten Producte, weil das Metall reiner und gleichartiger ist, als wenn Ausschweissen und Spalten in einer und derselben Hitze bewirkt werden.

Wenn in der Hütte Frischfeuer vorhanden sind, so ist es sehr vortheilhaft, Platinen von weniger als 0,032 Meter Stärke als Material anzuwenden, und sie in Oefen zu glühen, welche mit der verlornen Flamme der Frischfeuer gefeuert werden. Um

die Wärme gehörig zu benutzen, muss man nicht, wie bei dem Betriebe mit Steinkohlenglühöfen, abwechselnde Ladungen machen, sondern man muss sich bemühen, den Betrieb so ununterbrochen, als möglich, zu machen. Zu dem Ende theilt man den Ofen in zwei oder drei Abtheilungen mit verschiedener Temperatur, und das Eisen, welches zuvörderst in diejenige gebracht worden ist, welche von dem Frischfeuer am Entferntesten liegt, bleibt darin so lange, bis es den Wärmegrad erlangt hat, den es dort erreichen kann; von dort gelangt es in die zweite, und dann endlich in die dritte Abtheilung, welche dem Heerde am Nächsten liegt, und wo es die Temperatur erhält, mit der es bearbeitet werden kann. In dem Maasse, dass die Stäbe glühend sind, bringt man sie zum Streck- und zum Schneidwerke. Man ersetzt sie sofort durch die der zweiten Abtheilung, deren Stelle alsdann durch das Eisen aus der dritten eingenommen wird, wo man zu gleicher Zeit kaltes Eisen einsetzt.

Wenn man diese Methode zweckmässig anwendet, so kann ein Frischfeuer ohne alle Schwierigkeit in 24 Stunden 4000 bis 4500 Kilogrammen Platinen von 0,06 bis 0,10 Meter Breite und 0,015 bis 0,025 Meter Dicke ausglühen; die Steinkohlenersparung beläuft sich etwa auf 450 Kilogr. auf die Tonne Eisen, und der Abgang des letztern beträgt nur 4 Procent, während er in einem Steinkohlenofen wenigstens 6—8 Procent betragen würde.

Production und Materialverbrauch. Ein im guten Betriebe stehendes Schneidwerk kann täglich ohngefähr 10 bis 15 Tonnen Schneideisen produciren. Die Stäbchen werden, nachdem sie kalt geworden sind, mit einem Handhammer gerade gerichtet und zu Bunden vereinigt, welche in Deutschland $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{2}$ Centner, in Frankreich 20 bis 25 Kilogramm schwer sind. In einigen Hütten glüht man sie etwas und schmiedet sie unter einem leichten Schwanzhammer etwas aus, wenn sie so schlecht fabricirt sind, dass sie vielen Grat haben, oder wenn man ihnen durch das Kaltschmieden eine gewisse Steifigkeit geben will.

Der Brennmaterialverbrauch ist mit der Art und Weise der angenommenen Fabrication verschieden. In den alten Schneidwerken, wo man die geschmiedeten Stäbe in Oefen glüht, welche mit Reisholz geglüht werden, verbraucht man zu 1 Tonne Eisen etwa 800 bis 1000 Kilogramm. Die mit Steinkohlen ausgeglühten Platinen verbrauchen auf die Tonne etwa 350 bis 450 Kilogramm; schweisst man aber Pakete aus, so hat man 450 bis 550 Kilogramm nöthig.

Der Abgang wechselt von 3 bis 7 Procent bei den Platinen und erhebt sich auf 10 oder 11 Procent, wenn man Pakete ausschweisst.

Beschaffenheit der Producte. Ein bedeutender Theil des Schneideisens wird zur Nägelfabrication angewendet; manche Nägelsorten, wie, z. B., die Hufnägel, müssen aus sehr weichem Eisen angefertigt werden; andere dagegen, wie, z. B., Schiefer- oder Schindelnägel, erfordern ein kaltbrüchiges Eisen. Diese grossen Verschiedenheiten der Beschaffenheit gestatten fast allen Hütten, Schneideisen zu fabriciren, wobei jedoch vorausgesetzt werden muss, dass sich das Eisen gut warm bearbeiten lässt. Hütten, welche weiches und fadiges Eisen besitzen, fabriciren weiches Schneideisen, wobei der Abgang sehr gering ist; diejenigen, deren Eisen hart, trocken und spröde ist, fertigen brüchiges Schneideisen; diejenigen endlich, deren Product keiner von beiden Classen angehört, weil es die Eigenschaften und die Fehler beider hat, liefern ein mittleres Product, und dies wird am Meisten verbraucht, da es den gewöhnlichen Bedürfnissen der Gewerbe entspricht.

Fabrication des Seileisens oder Drahteisens.

(Fer à guides.)

Seileisen odes Drahteisen (*fer à guides* der französischen Hütten), nennt man alles feine Rundeisen von 4 bis 9 Millimeter Durchmesser, Nr. 20 bis 28 der Drahtklinke von Limoges, welches man zum Verbrauch in den Drahtziehereien anfertigt. Diese Fabrication erfolgt mittelst eines Feineisenwalzwerks, gleich dem, welches wir beschrieben haben, allein sie erfordert die Anwendung besonderer Walzen und einiger Werkzeuge, welche wir hier beschreiben wollen.

Angewendete Apparate.

Von den Oefen. — Alles feinere Rundeisen wird aus Quadrateisen von 0,03 bis 0,05 Meter Stärke angefertigt, welches man in gewöhnlichen Steinkohlenflammöfen oder in solchen Oefen glüht, welche mit der verlornen Flamme der Frischheerde gefeuert werden.

Ein mit Steinkohlen gefeuerter Flammofen kann ohngefähr 6000 Kilogramm Kolben- oder Materialeisen in 24 Stunden ausglühen und verbraucht 350 bis 450 Kilogr. Steinkohlen auf die Tonne fertiges Eisen; der Abgang im Ofen und der Ausschuss betragen 16 bis 20 Procent. Das Ausglühen von 280 Kilogr. Kolben dauert ohngefähr 15 bis 20 Minuten; das Auswalzen mit Walzen, die nur 200 Umgänge in der Minute machen, 30 bis 35 Minuten.

Glühöfen, welche mit der verlornen Flamme der Frischheerde gefeuert werden, erfordern Materialeisen, welches nicht stärker als 0,030 bis 0,035 Meter ist; es können davon 2500 bis 3000 Kilogr. in 24 Stunden ausgeglüht werden, ohne dass man mehr als 4 bis 5 Procent Abgang, ohne Einschluss des Ausschusses, hat. Wenn man abwechselnde Einsätze macht, wie bei den mit Steinkohlen gefeuerten Oefen, so setzt man auf einmal 160 bis 180 Kilogrammen ein; allein es ist zweckmässiger, den Ofen in mehrere Abtheilungen zu theilen und auf eine ähnliche Weise zu verfahren, wie die ist, welche wir weiter oben bei'm Glühen der Platinen zum Schneideisen angegeben haben; es ist dies das einzige Mittel, die Wärme dieser Glühöfen gehörig zu benutzen.

Einrichtung der Walzwerke. — Bei der Einrichtung, welche wir mit Hülfe von Taf. 61 beschrieben haben, sind 5 Walzgerüste erforderlich, deren Walzen mit einer Geschwindigkeit von 200 bis 260 Umgängen in der Minute betrieben und wobei Kolben in Rundeisen von 5 Millimeter Durchmesser und von 25—35 Meter Länge verwandelt werden. Bei stärkern Sorten gebraucht man nicht soviel Walzgerüste, und man kann selbst eins bei Eisen von 5 Millimeter Stärke weglassen, besonders, wenn das Eisen weich ist; allein die Fabrication sehr langer Stücke wird alsdann schwieriger, gefährlicher und weniger födernd.

In vielen Hütten sind die Gerüste, statt auf einer und derselben Linie zu liegen, mit paralleleu Achsen und mit grössern oder geringern Zwischenräumen hintereinander gestellt. Diese Methode hat keine grossen Vortheile und ist nicht sehr wesentlich begründet, weil das Eisen dennoch stets mehrere Mal durch ein und dasselbe Gerüst gehen muss und folglich auf sich selbst zurückkommt; ausserdem hat eine solche Einrichtung das Nachtheilige, dass sie die Bewegungsmittheilung verwickelter macht, dass die Kuppelungsgetriebe vermehrt werden müssen, und dass die Arbeiter noch mehr

ausgesetzt sind, von dem rothglühenden Seileisen, wenn es schon sehr lang geworden ist, an den Beinen gefasst zu werden. Die Erfahrung hat bewiesen, dass die von uns vorgeschlagene Einrichtung die zweckmässigste bei einer grossen Fabrication ist.

Die Verwandlung der Kolben in Rundeisen erfolgt durch eine Reihe von Veränderungen aus der quadratischen Form in die ovale, aus der ovalen in die quadratische etc.; endlich geht aus der letzten ovalen der Stab in das vollendete runde Kaliber über.

Nur das erste Walzgerüste hat 3 Walzen, die übrigen haben nur 2, welche abwechselnd unten und oben in den Gerüsten angebracht sind, um die Richtung ihrer Rotationsbewegung zu verändern. Durch diese Einrichtung (Taf. 63, Fig. 1 u. 2) geht das Eisen, welches aus einem Gerüste herauskommt, unmittelbar in das benachbarte, dessen Eingang auf derselben Seite ist, als der Ausgang aus dem ersten. Diese Einrichtung ist desshalb angenommen worden, um die Anwendung von 3 Walzen in denjenigen Gerüsten zu vermeiden, wo das Eisen schon sehr lang geworden ist, indem sie den Betrieb verwickelt macht und von Seiten der Arbeiter eine grosse Geschicklichkeit und Schnelligkeit erfordert. Wirklich ist es für einen Walzarbeiter weit leichter, das Ende eines Stabes bei seinem Hervorkommen aus einem Kaliber zu ergreifen, um es in ein benachbartes Gerüste zu bringen, als wenn er es in demselben Gerüste und, z. B., in die untern Walzen einführen müsste, während er noch aus den obern Walzen herauskommt.

Bei der Anwendung von Gerüsten mit zwei Walzen, und indem man dahin sieht, dass auf der Seite des Ausgangs und etwa in 1,50 Meter Entfernung von dem Gerüste eine runde Eisenstange von etwa 4 Centimeter Durchmesser und etwa 1 Meter Höhe fest in dem Boden angebracht werde, hinter welcher man das Ende des Stabes weggehen lässt, ehe man es in das folgende Gerüste einführt; so kann das Eisen ohne Gefahr für die Arbeiter und ohne eine grosse Geschicklichkeit ihrerseits in zwei oder drei Kaliber auf einmal eingelassen werden, und die Arbeit geht folglich mit aller erforderlichen Geschwindigkeit. Diese Schnelligkeit ist aber durchaus unerlässlich, wenn die Operation gelingen soll, denn so schwaches Eisen wird sehr schnell kalt; denn so gering auch der Zeitverlust seyn mag, welcher durch die Verzögerung eines Arbeiters, oder durch den langsamern Gang der Maschine veranlasst wird, so gelangt doch der Stab kalt zu dem vollendeten Kaliber und kann alsdann nur zum Ausschusse genommen werden. Man kann demnach, wie man sieht, nicht genug Wichtigkeit und Sorgfalt auf alle Einrichtungen verwenden, welche der Geschicklichkeit des Arbeiters zur Hülfe kommen können.

Von den Walzen. — Die Streckwalzen (Taf. 61, Fig. 1 und 4) des ersten Gerüstes haben eine Körper- oder Tafellänge von 0,60 Meter, und es sind ihrer drei, denn da das Eisen noch eine so geringe Länge hat, so dass es nur in ein Kaliber auf einmal eingeführt werden kann, so entsteht daraus keine Schwierigkeit für den Betrieb, welcher im Gegentheile dadurch nur beschleunigt wird. Die Walzen haben 4 spitzbogenförmige, 5 quadratische und 3 ovale Kaliber, und sie sind von gutem halbirten Roheisen gegossen; die Walzen der übrigen Gerüste sind dagegen schalenhart *und* daher in gusseisernen Flaschen gegossen, da es erforderlich ist, dass sie die grösstmögliche Härte darbieten. Wären sie aus gewöhnlichem Roheisen gegossen, so würden die Kaliber nach Verlauf von dem Betriebe eines halben Tages unbrauchbar seyn.

Das zweite Gerüst ist mit zwei Präparirwalzen versehen, welche 0,60 Meter Körperlänge (Fig. 5) haben und mit 17 ovalen Kalibern versehen sind, von denen die kleinsten sich mehrmals wiederholen, weil es diejenigen sind, welche sich am Meisten abnutzen.

Das dritte Gerüst enthält die Präparirwalzen mit quadratischen Kalibern (Fig. 6); sie müssen sich in umgekehrter Richtung von denen des zweiten Gerüstes bewegen. Das vierte Gerüst ist mit Walzen von 0,40 Meter Körperlänge versehen (Fig. 7), welche die vollendeten ovalen Kaliber enthalten, diejenigen, welche den Durchgang des Eisens durch die runden Kaliber, die auf den Walzen des fünften Gerüstes angebracht worden sind, unmittelbar vorhergehen (Fig. 8).

Die Kaliber der Streckwalzen folgen aufeinander, und ihre Durchschnitte nehmen von dem ersten bis zu dem letzten ab; die der Präparirwalzen sind dagegen für sich auf solche Weise berechnet, um dem Gesetze der Abnahme der Durchschnitte in der Reihe zu entsprechen, von welcher sie einen Theil bilden. Es sind alle die von einer und derselben Gestalt auf einer und derselben Walze vereinigt und so angebracht, dass zwei Kaliber einer und derselben Reihe auf dem Körper, in welchen sie eingegedreht, so weit voneinander entfernt sind, um die Anbringung von Führern zu gestatten, welche zur Einführung des Eisens dienen.

Die quadratischen Durchschnitte berechnen sich leicht, allein bei den ovalen ist es anders, wenn man nicht im Voraus ein bestimmtes Verhältniss zwischen ihrer Breite und ihrer Höhe annimmt. Im Allgemeinen ist die grosse Seite des Ovals gleich der Seite des eingeschriebenen Dreiecks, oder gleich des in den Kreis eingeschriebenen Quadrats, dessen Bogen das Kaliber bildet. In dem einen und dem andern Falle giebt es ein sehr einfaches Verhältniss zwischen der Breite und der Höhe des Kalibers. Bezeichnet man diese Grössen mit A und B, und den Halbmesser des Kreises mit R, so hat man in dem Falle des Dreiecks:

$B = R$, und $R = \frac{A}{\sqrt{3}} = \frac{A}{1{,}73}$; demnach, $A:B = 173:100$; der Querschnitt ist etwa $0{,}410\ A^2$ gleich. In dem Falle des eingeschriebenen Quadrates hat man:

$R = \frac{A}{\sqrt{2}} = \frac{A}{1{,}413}$; $B = 2\left(R - \frac{A}{2}\right) = 0{,}413\ A$, oder $A:B = 100:41{,}3$; der Querschnitt $= 0{,}285\ A^2$. Die Querschnitte können demnach leicht nach der grossen Seite berechnet werden, sobald als man zwischen dieser Seite und der kleinen eins von den vorhergehenden Verhältnissen annimmt.

Die Abnahmeverhältnisse, welche man zwischen den Kalibern einer und derselben Reihe annimmt, sind sehr veränderlich; die Ausstreckung wird stets stärker in den ovalen, als in den quadratischen Kalibern seyn und für alle beide in dem Maasse abnehmen, als der Stab sich abkühlt und verlängert; endlich darf fast gar keine Streckung bei dem Durchwalzen durch das letztere ovale und durch das zu vollendende runde Kaliber stattfinden, dessen einzige Wirkung ist, dem Eisen seine endliche Gestalt zu geben, ohne zu seiner Verlängerung beizutragen.

Um einen Begriff von der Bildung einer Reihe zu geben, führen wir die auf, welche man bei der gewöhnlichsten Fabrication annehmen darf, die des Rundeisens von $2\frac{1}{2}$ Linien, oder 5,6 Millimeter, oder Nr. 23, indem wir annehmen, dass man mit Materialeisen von 4 Centimeter Stärke beginne (Taf. 61, Fig. 9).

Nummern der Gerüste.	Nummern der Durchgänge.	Formen der Kaliber.	Dimensionen der Kaliber.		Durchschnitte in Quadrat-millimetern.	Verhältniss der Durchschnitte.	
1. Gerüst	1	Spitzbohrig	34 Mm.	28 Mm.	„	„	„
Desgl.	2	Spitzbohrig	28 Mm.	24 Mm.	„	„	„
Desgl.	3	Quadratisch	16 Mm.	—	256		
Desgl.	4	Oval	24 Mm.	11 Mm.	180	1,42	—
Desgl.	5	Quadratisch	11,4 Mm.	—	130	—	1,38
2. Gerüst	6	Oval	18 Mm.	7,5 Mm.	93	1,39	—
3. Gerüst	7	Quadratisch	8,3 Mm.	—	68	—	1,37
2. Gerüst	8	Oval	13 Mm.	6 Mm.	50	1,36	—
3. Gerüst	9	Quadratisch	6,3 Mm.	—	40	—	1,25
2. Gerüst	10	Oval	9 Mm.	5,2 Mm.	34	1,18	—
3. Gerüst	11	Quadratisch	5,4 Mm.	—	29	—	1,17
4. Gerüst	12	Oval	7,5 Mm.	4,8 Mm.	25	1,16	—
5. Gerüst	13	Rund	5,6 Mm.	—	25	—	1,00

Diese Reihe ist fast eine mittlere von denen, welche man für dieselbe Eisensorte annehmen kann; denn die relativen Betrachtungen über die Beschaffenheit des Eisens, die wir schon geltend gemacht haben, lassen sich hier in ihrer ganzen Schärfe anwenden. Bei hartem Eisen kann man genöthigt werden, die Anzahl der Durchgänge zu vermehren, während man sie ohne Nachtheil vermindern kann, wenn man weiches und warm leicht zu bearbeitendes Eisen behandelt. Was nun die Reihen betrifft, welche für die andern Sorten angewendet werden, so wird man sie ohne Schwierigkeit finden, wenn man von den, von uns aufgestellten Daten ausgeht.

Von den Führern *(guides)*. — Wenn man gröbere oder mittlere Eisensorten auswalzt, so sind die Dimensionen der Kaliber stark genug, so dass die Einführung des Eisens ohne Schwierigkeit bewerkstelligt werden kann; anders ist es aber in dem vorliegenden Falle, und damit die Arbeit leicht und schnell sey, ist es unerlässlich, dass die Gerüste mit Führern versehen seyen, die genau in der Achse der quadratischen, ovalen oder runden Kaliber liegen, durch welche das Eisen gehen muss. Die innere Form des Führers ist für jedes Kaliber genau der des vorhergehenden Kalibers gleich und man lässt hier nur einen Spielraum von einigen Millimetern, so dass, wenn das Ende von dem Stabe eingetreten ist, es hinreicht, ihn vorwärts zu stossen, um die Walzen zu nöthigen, dass sie ihn fassen können, und man braucht nicht zu fürchten, dass er rechts oder links abweiche, wie es der Fall seyn würde, wenn man ohne diese Vorsicht arbeitete. Es folgt daraus noch ein anderer Vortheil von ernstlicher Wichtigkeit, nämlich der, dass die Arbeiter mit Sicherheit arbeiten können und ohne befürchten zu müssen, dass ihre Zangen zwischen die Walzen gerathen, deren Peripheriegeschwindigkeit gewöhnlich 2,20 bis 2,60 Meter in der Secunde beträgt.

Die Anwendung von Führern hat demnach nicht allein die Folge, dass man weniger geschickte Arbeiter gebrauchen kann, vorausgesetzt, dass sie nur behend sind, sondern die Arbeit wird dadurch auch besser und es wird dadurch jede Gefahr entfernt. Wir berufen uns ganz besonders auf diese Betrachtungen, weil man weit bessere und wohlfeilere Producte in den Hütten liefern würde, wenn man eine grössere Aufmerksamkeit auf die mechanischen Einrichtungen verwendete, wodurch die Arbeit

beschleunigt und besonders mehr erleichtert werden kann. So werden, z. B., die Führer nur bei Rundeisen von weniger als 9 Millimeter Stärke angewendet, wogegen die übrigen mit der Hand eingeführt werden, wozu von Seiten des Walzmeisters eine grosse Geschicklichkeit und Kraft erforderlich ist, damit sich die Stange nicht drehe und nicht von der Achse des Kalibers abweiche, während ein ganz gewöhnlicher Arbeiter einen eben so schönen Stab erhalten würde, wenn er die Hülfe eines Führers hätte.

Wir sind der Meinung, dass die Benutzung dieses Apparates bei der Fabrication alles Rund- und Quadrateisens unter 18 Millimeter Stärke eingeführt werden müsse; es würde dies ein sicheres Mittel seyn, die Schönheit der Producte fast ganz unabhängig von der Geschicklichkeit der Arbeiter zu machen.

Gestalt der Führer. — Die bei der Fabrication des feinen Rundeisens angewendeten Führer haben fast eben so verschiedenartige Formen, als es Hütten giebt, die ihrer bedürfen; dennoch können sie in zwei sehr verschiedene Classen getheilt werden, in die der einfachen Führer und in die der eingebüchs'ten.

Die einfachen Führer bestehen aus einem Stücke Guss- oder Schmiedeeisen, welches nach seiner Achse mit einer Oeffnung versehen ist, die sich von Innen nach Aussen erweitert, und deren ovaler oder quadratischer Durchschnitt etwas grösser, als der des Eisens ist, welches hindurch gehen soll. Der Führer ist an einer horizontalen Stange befestigt, die mit dem Gerüste verbunden ist, und sein Ende, welches in eine Zuschärfung ausläuft, nähert sich soviel, als möglich, den Walzen. Die Führer dieser Art, die man aus Gusseisen verfertigt (man sehe die Tafel 63, Fig. 7—9) dienen nur für die stärksten Kaliber, weil sie sich bei dem Durchgange sehr feinen Eisens so rasch verändern würden; dennoch müssen sie aus sehr hartem Roheisen gegossen worden seyn. Die schmiedeeisernen sind für alle Eisensorten anwendbar, und sie lassen sich, wenn sie abgenutzt sind, sehr leicht repariren.

Die mit Büchsen versehenen Führer sind darin vorzüglicher, als die vorhergehenden, dass sie, ohne die Arbeit aufzuhalten, sehr leicht regulirt werden können; sie bestehen aus zwei Stücken, deren Entfernung voneinander nach Belieben bewirkt werden kann, und sie können aus Stahl bestehen, oder, was noch besser ist, aus gutem grauen Roheisen in Schaalen gegossen und folglich weiss und hart geworden seyn. Diese Führer sind von der Seite in ovalen oder rechteckigen Formen ausgehöhlt, je nachdem der Stab, welcher hindurchgehen soll, oval oder quadratisch ist; ihre Anwendung ist sehr bequem, und ihre Auswechselung, wenn sie unbrauchbar geworden sind, ist sehr leicht zu bewirken. Die Büchsen, in denen man sie befestigt, sind auf dieselbe Weise mit den Gerüsten verbunden, wie die einfachen Führer; man macht sie aus Schmiedeeisen, oder aus Roheisen.

Die schmiedeisernen Büchsen (Taf. 63, Fig. 10—13) bestehen aus zwei Theilen: der eine ist fest und der andere, in welchem man die Führer anbringt, bewegt sich mittelst zweier Schrauben vor- und rückwärts, und dieselben dienen dazu, die Führer der Walzenachse zu nähern, oder sie davon zu entfernen. Sie sind auch so eingerichtet, dass man mittelst zweier Seitenschrauben die für den Durchgang des Stabes gelassene Entfernung vermehren oder vermindern kann. Diese Büchsen, welche alle Mittel einer genauen Regulirung oder Stellung gewähren, haben den grossen Nachtheil, dass sie sehr theuer sind und in der Breite viel Platz einnehmen, so dass man sich ihrer nur bei den vollendenden Kalibern bedienen kann.

Die gusseisernen Büchsen sind weit wohlfeiler, einfacher und lassen sich eben so gut anwenden, als die vorhergehenden. Man fertigt zwei Sorten davon an: die einen tragen nur die Führer eines Kalibers; die andern, welche in der Breite die ganze Länge des Walzenkörpers einnehmen, können die Führer mehrerer benachbarten Kaliber aufnehmen und sind ausserordentlich bequem, weil, wenn sie einmal an ihrem Platze befindlich sind, sie nicht weiter in Unordnung gerathen, und weil sie übrigens gestatten, die Führer mit der grössten Leichtigkeit einzulegen und auszuwechseln (Taf. 63, Fig. 14—18). Nach der Meinung der Herren Flachat und Petiet kann man die einfachen gusseisernen Führer für die Streckwalzen anwenden (jedoch nur für die quadratischen oder ovalen Kaliber); Führer mit grossen Büchsen für die quadratischen und ovalen Reparirkaliber; und die Führer mit kleinen Büchsen für die ovalen und runden Kaliber, welche die Reihe beendigen.

Von den Bobinen oder Haspeln. — Die kurzen Stäbe des feinen Rundeisens kommen in Bunden in den Handel, sowie alle übrigen feinern Eisensorten; allein der grobe Eisendraht von 4,5 bis 7 Millimetern Durchmesser, den man auf grosse Längen fabricirt, wird auf Bobinen aufgewickelt, sowie er aus dem Walzwerke heraustritt und kommt in Ringen von 20 bis 25 Kilogrammen in die Drahtziehereien und von 5 Kilogrammen in den Handel.

Die Einrichtung dieser Haspeln oder Bobinen ist sehr einfach: sie bestehen aus einem gusseisernen Cylinder, der zwischen zwei Scheiben befindlich, von denen die eine fest und die andere beweglich ist, damit man sie wegnehmen und den Drahtring abnehmen könne, wenn die Bobine damit angefüllt ist. Dieser kleine Apparat ist frei auf eine eiserne Welle gekeilt, die in einem hölzernen oder gusseisernen Gerüste liegt, und die mit einer Kurbel versehen ist, welche von einem Knaben gedreht wird (Tafel 63, Fig. 3 und 4). Zu Ringen von 5 Kilogrammen wendet man konische Bobinen mit einer einzigen Scheibe an.

Betrieb.

Auswahl des Eisens. — Der Eisendraht wird stets aus dem besten Eisen angefertigt; es muss sich warm leicht bearbeiten lassen, damit es den Walzprocess mit Leichtigkeit erleiden kann; es muss in der Kälte weich und zähe seyn, damit es sich möglichst vortheilhaft in der Drahtzieherei behandeln lasse.

Eisen mit feinem und weissem Korne entspricht am Besten diesen verschiedenen Bedingungen; jedoch kann man auch fadiges Eisen dazu anwenden, wenn nicht feiner Draht daraus verfertigt werden soll, vorausgesetzt, dass es gehörig gereinigt ist, dass man es in einer hohen Temperatur durchgewalzt hat, dass es mässig gestreckt und während des Drahtziehens häufig ausgeglüht worden ist. Es giebt selbst sehr guten Draht für die Fabrication von Pfriemen und Ahlen, weil diese Fabricate zu gleicher Zeit weich genug seyn müssen, um bei'm Biegen nicht zu zerbrechen und auch Steifigkeit genug haben müssen, um sich nicht zu leicht zu biegen. Was nun das übrige Seil- oder feine Rundeisen anbetrifft, welches nicht zur Drahtzieherei angewendet wird, und welches man benutzt, sowie es aus der Hütte kommt, so verlangt seine Fabrication ein Material ohne Hauptfehler, aber auch ohne besondere Güte.

Kurz, man kann drei Sorten unterscheiden: weichen Eisendraht, zum Ziehen der feinen Drahtsorten; halbweichen Eisendraht für die mittlern Drahtnummern und

die Pfriemen etc.; endlich Rundeisen aus halb festem Eisen für den gewöhnlichen Gebrauch. Die erste Qualität erfordert sehr gutes Eisen, welches mit Holzkohlen gefrischt und ausgeschmiedet worden ist; die beiden andern Sorten werden entweder aus Holzkohleneisen von mittlerer Güte, oder aus zweimal geschweisstem Puddeleisen dargestellt.

Von dem Materialeisen zur Fabrication der feinen Rundeisensorten. — Der grösste Theil des Eisendrahts wird in Deutschland und Frankreich aus geschmiedetem Materialeisen dargestellt, welches 0,03 bis 0,035 Meter im Quadrat stark ist. Diese Vorbereitung ist am Zweckmässigsten für die Drahtfabrication, weil sie dem Eisen wenig Faden giebt; dennoch macht man auch viel gewalztes Materialeisen von denselben Dimensionen. Die Länge des Materialeisens hängt von der der fertigen Fabricate ab: und ihre Berechnung zu erleichtern, theilen wir hier das Gewicht des laufenden Meters Rundeisen zwischen 4 und 10 Millimetern Durchmesser mit.

Durchmesser in Millimetern.	Gewicht des laufenden Meters.
4	0,092 Kil.
5	0,152 —
6	0,212 —
7	0,288 —
8	0,380 —
9	0,488 —
10	0,612 —

Das Gewicht des Materialeisens wird bestimmt, wenn man das Gewicht des laufenden Meters mit der Länge der darzustellenden Sorte in Metern multiplicirt und das Product, wegen des Abganges, um 5 bis 8 Procent vermehrt. Uebrigens wird das Materialeisen, nachdem es unter dem Hammer oder zwischen den Walzen ausgestreckt worden ist, gewöhnlich noch warm mit der Scheere zerschnitten.

Ausglühen. — Das Glühen hat nichts Eigenthümliches; wir wollen nur bemerken, dass das gepuddelte Materialeisen in einer höheren Temperatur geglüht werden muss, als das Holzkohleneisen, und dass es demnach fast unerlässlich ist, dazu mit Steinkohlen oder mit Gasen gefeuerte Glühöfen anzuwenden. Holzkohleneisen kann sehr gut mit der Flamme, welche aus den Frischfeuern entweicht, geglüht werden.

Das Auswalzen. — Indem man die Einrichtung des Walzwerks anwendet, von welcher wir geredet haben, erfordert die Operation:

2 geübte Walzarbeiter bei dem ersten Gerüste,
4 Knaben für das 2., 3. und 4. Gerüst,
1 geschickter Walzmeister bei dem 5. Gerüste, nebst 1 Knaben, welcher den Draht von der letzten Walze auffängt und ihn an die Bobine hängt,
1 Arbeiter an der Bobine.

Im Ganzen also 1 Meister, 2 Gehülfen, 5 Knaben und 1 Taglöhner. Mit einem solchen Walzwerke kann man ohne Schwierigkeit 5- bis 6000 Kilogr. Eisendraht in 24 Stunden fabriciren. Jedoch darf man sich nicht verbergen, dass man wenigstens 6 bis 8 Wochen Versuchen widmen muss, und dass nur dann, wenn man das Walzwerk gänzlich diesem Betriebszweige widmet, man dahin gelangt, eine Fabrication ohne vielen Ausschuss zu erhalten. Wir gehen nicht in viele Einzelnheiten über den Walzprocess ein; es muss vorausgesetzt werden, dass der Walzmeister sein Walzwerk

fortwährend beaufsichtigt, dass er die Walzen stets in gehöriger Lage erhält, die Zapfen in gehöriger Schmiere etc. etc. Alle diese Vorsichtsmaassregeln bedürfen noch einer grössern Genauigkeit, als bei der gewöhnlichen Fabrication; es ist unerlässlich, dass das Innere der Führer mit Talg geschmiert werde, damit das Eisen leicht hineingehe, und damit die Walzen mit der wenigsten Reibung aufeinander laufen; man schmiert sie ebenfalls mit Talg, welches man stückweis auf die Führer legt, da, wo sie die Walzen berühren. Nachdem der Ofeneinsatz durchgewalzt ist, lässt man viel Wasser darauf träufeln, um sie gehörig abzukühlen.

Production und Materialverbrauch. — Die Production eines Feineisenwalzwerks für Rundeisen von 5 bis 6 Millimetern Durchmesser beläuft sich auf 5 oder 6 Tonnen in 24 Stunden; sie nimmt in dem Maasse zu, je stärker die Stäbe werden.

Mit gepuddeltem Eisen, welches bei Steinkohlen ausgeglüht wird, verbraucht man an der Maas 1200 Kilogr. Materialeisen und 450 Kilogr. Steinkohlen zu der Tonne fertigem Eisen.

Triebkraft. — Die zu diesem Betriebe erforderliche Triebkraft ist bedeutend; bei 250 Umgängen mit Walzen von 20 Centimetern oder 8 Zoll Durchmesser und bei 5 Gerüsten, bedarf man einer Triebkraft von etwa 50 Pferdekräften, und man kann annehmen, dass zum Durchwalzen von 100 Kilogr. Eisen 12 bis 15 Minuten erforderlich seyen. Nimmt man die geringste von beiden Zahlen, so gelangt man zu dem ungeheuren Verbrauche von 54000 Dynamien (theoretische Arbeit) für die Tonne fertiges Eisen; es ist dies fast das Doppelte von dem, was die gewöhnliche Fabrication der feinen Eisensorte erfordert.

Wendet man Materialeisen von ausgeschweisstem Puddeleisen an, welches aus Holzkohlenroheisen dargestellt worden ist, so wird der ganze Kraftverbrauch seyn:

Für das Materialeisen	86775 Dynamien
Letztes Durchwalzen	54000 —
In Summa	140775 Dynamien.

Mit Holzkohlenmaterialeisen, welches gänzlich unter dem Hammer (mit neuen Apparaten) dargestellt worden ist, würde man haben:

Materialeisen	94500 Dynamien
Walzwerksbetrieb	54000 —
In Summa	148500 Dynamien.

Die erste Bedingung, welche man zu erfüllen hat, wenn man einen solchen Betrieb anfangen will, besteht darin, dass man eine grosse Triebkraft habe; jedoch ist dies wirklich kein Hinderniss, weil, wenn man die Kessel an den Flammöfen anbringt, die Triebkraft kein Brennmaterial verbraucht.

Blechfabrication.

Das Eisen, welches in ebene, sehr breite Tafeln von sehr geringer Stärke verwandelt worden ist, wird im Handel Blech oder, zum Unterschiede von dem verzinnten, Schwarzblech genannt. Man unterscheidet drei Sorten: dünnes oder feines Blech, mittleres und starkes. Das erstere ist $\frac{1}{2}$ bis 3 Millimeter, das zweite 3 bis 6 und das letztere 6 bis 12 Millimeter und darüber stark.

Das Blech wurde ehemals geschmiedet, jetzt wird es mit wenigen Ausnahmen, zu denen grösstentheils das berühmte Suhler Blech gehört, gewalzt. Das Materialeisen, aus dem es dargestellt wird, kann dagegen eben so gut unter dem Hammer, wie zwischen den Walzen angefertigt werden.

Angewendete Apparate.

Die hauptsächlichsten Apparate, welche bei der Blechfabrication angewendet werden, sind: Hämmer und Grobeisenwalzwerke zur Vorbereitung des Materialeisens, Schweiss- und Glühöfen und Blechwalzwerke.

Benutzung der Vorbereitungsapparate. — Das Materialeisen zur Blechfabrication wird mit dem Hammer, mit dem Walzwerke, oder mit beiden Apparaten im Verein vorbereitet; die hierbei zu treffende Wahl hängt nur von der Art und Weise der zu wählenden Fabrication ab.

Entweder wird das Materialeisen geschweisst oder es ist mit Holzkohlen gefrischt; in diesem Falle kann man auf verschiedenerlei Weise verfahren:

1) Man zängt die Luppe mit einem Aufwerfhammer und schmiedet dieselbe dann in flache Stäbe aus, welche man in Frankreich *largets* und in Deutschland grösstentheils Stürze nennt, welche man ausschweisst und dann zum Grobeisenwalzwerke bringt, um sie auszustrecken, ohne sie breiter zu machen. Diese ausgereckten Stürze, *languettes*, werden zerschnitten, heissen dann *bidons*, in Deutschland auch noch Stürze, und gelangen alsdann, um ausgebreitet zu werden, zum Blechwalzwerke.

2) Man zängt die Luppe unter dem Hammer, macht Schirbel oder Kolben davon, schweisst dieselben aus und streckt sie alsdann zwischen Walzen, um längere Stürze (*languettes*) daraus zu erhalten, welche man alsdann zu kürzern (*bidons*) zerschneidet.

3) Zu dem starken Bleche muss die Luppe unter einem Stirnhammer, oder unter einem 6—800 Kilogramm schweren Schwanzhammer gezängt werden; man macht ein parallelepipedisches Stück daraus (*bloc, bramme*), welches man auf einmal zwischen das Blechwalzwerk bringt.

Soll das Schwarzblech aus ausgeschweisstem Materialeisen angefertigt werden, so bereitet man es für die dünnern Blechsorten mit dem Walzwerke und für die starken mit dem Hammer vor.

1) Man macht Pakete aus Rohschienen, wie zu gewöhnlichem Stabeisen, walzt sie zu langen Stürzen (*languettes*) aus, welche man zu kurzen (*bidons*) verhauet oder zerschneidet.

2) Man bildet starke Pakete von Rohschienen, schweisst sie unter dem Stirn- oder Schwanzhammer aus, schmiedet sie auf allen Flächen und erhält Kuchen (*blocs*), von denen jeder eine Blechtafel giebt. Soll das Blech sehr gross und sehr stark seyn, wie dies zuweilen bei'm Schiffsbaue der Fall ist, so verdoppelt oder verdreifacht man das Gewicht der Kuchen, indem man zwei oder drei von denselben unter dem Hammer zusammenschweisst.

Es ist sehr wesentlich, zu dieser Arbeit grosse und sehr kräftige Hämmer anzuwenden; der Betrieb geht rascher, und die Beschaffenheit des Eisens wird verbessert.

Von den Oefen. — Die Oefen zerfallen in zwei Classen, in die Schweissöfen und in die Glühöfen. Die ersteren sind von den gewöhnlichen Schweissöfen durch nichts verschieden und werden nur zum Ausschweissen der Kuchen zu starkem

und grossem Bleche, oder zu dem der Stürze für die schwächern Sorten gebraucht. Die zweiten dienen ausschliesslich zum Glühen der schon ausgestreckten Tafeln, oder zum Ausglühen der schon vollendeten, in einer mässigen Temperatur. Man unterscheidet zwei Arten von Glühöfen: die ruhenden Oefen *(fours dormants)*, welche keinen Heerd haben und die Oefen mit Heerd.

Die ruhenden Oefen (Taf. 65, Fig. 1—4) sind uns schon aus der Beschreibung der Schneidwerke bekannt. Die auszuglühenden Tafeln kommen in unmittelbare Berührung mit dem Brennmateriale, dessen zu dem Ende zubereitete Schicht überall eine gleiche Stärke haben muss, und überall denselben Grad der Verbrennung darbieten, damit die durchströmende Luft gleich verbrannt werde und die Temperatur an allen Puncten des Ofens dieselbe seyn muss. Diese bei grossen Oefen sehr schwer zu erfüllenden Bedingungen erfordern viel Geschicklichkeit und Uebung von Seiten der Arbeiter, und da diese Apparate ausserdem den Nachtheil haben, Veranlassung zu einer Unterbrechung in der Arbeit zu geben, während man das Brennmaterial erneuert, so giebt man im Allgemeinen den gewöhnlichen Glühöfen mit einem Heerde den Vorzug. Solche Oefen bedürfen zwar etwas mehr Brennmaterial, allein ihre Feuerung hat keine Schwierigkeiten, und es ist dazu auch kein besonders reines Brennmaterial erforderlich.

Die Glühöfen mit Heerd sind Flammöfen, deren Heerd, von rechteckiger Form, gross genug ist, um die grössten Blechtafeln, die man fabricirt, aufnehmen zu können. Die Thür, von derselben Breite, wie der Ofen, ist an der dem Roste gegenüber liegenden Seite und in der unmittelbaren Nähe der Esse angebracht, welcher der Rauch auf dreierlei Weise zuströmen kann, entweder durch eine in dem Gewölbe angebrachte Oeffnung, oder durch zwei Seitenöffnungen, oder endlich durch eine in der Heerdsohle angebrachte Oeffnung. Die hauptsächliche Bedingung, welcher diese Oefen entsprechen müssen, besteht darin, dass sie auf allen Puncten des Heerdes einen gleichförmigen Wärmegrad hervorbringen. Man gelangt grossentheils dahin, indem man nach und nach die Höhe des Gewölbes von der Feuerbrücke bis zu der Thür vermindert; allein die Art und Weise, wie die Flamme entweicht, hat in dieser Beziehung einen grossen Einfluss.

Das Ausströmen durch das Gewölbe (Taf. 65, Fig. 5—8) hat, obgleich es häufig angewendet wird, durchaus keine Vortheile; es wird dadurch das Brennmaterial schlecht benutzt, es ist für das Glühen von dem Ende der Blechtafeln nicht günstig und macht den Ofenbau sehr verwickelt, wenn man die Esse unmittelbar über der Thür anbringt.

Das Ausströmen der Flamme auf der Seite (Fig. 9—12) ist unter allen Bedingungen der vorhergehenden vorzuziehen, allein diejenige, welche die Wärme in dem Ofen am Meisten zurückhält und die Temperatur an allen Puncten am Gleichförmigsten macht, ist das Ausströmen durch den Heerd (Fig. 13—15), weil die Flamme auf diese Weise genöthigt wird, abwärts zu gehen, ehe sie in die Esse gelangt. Da der Zug unterbrochen werden würde, wenn man das Blech in den Ofen bringt, oder es herausnimmt, so ist es unerlässlich, zu gleicher Zeit in dem Gewölbe eine andere Oeffnung zu haben, welche so eingerichtet ist, sich zu gleicher Zeit mit der Thür zu öffnen und mit derselben auch zu verschliessen.

Sey aber die Einrichtung, welche sie wolle, so besteht der Heerd stets aus feuerfesten Ziegelsteinen, welche auf die Kante gestellt worden sind; sie ist in der Richtung ihrer Länge mit mehren Reihen von gusseisernen oder schmiedeeisernen Auf-

lagern versehen, auf welche man die Tafeln legt. Man erhält auf diese Weise eine weit raschere Glühung, als wenn man sie unmittelbar auf den Ziegelsteinheerd legte, und dieser Vortheil ist von Wichtigkeit, indem der Abgang durch Oxydation um so geringer ist, je schneller das Glühen erfolgt.

Die grossen Bleche erfordern durchaus die Anwendung von Steinkohlenöfen, wenn der Betrieb gefördert werden soll; allein die Fabrication der mittelstarken Bleche kann sehr gut mit der verlornen Flamme der Frischfeuer bewirkt werden, und es ist dies besonders zweckmässig, wenn man das Materialeisen unter dem Hammer vorbereitet. Es sind überhaupt mit Gas gefeuerte Oefen sehr zweckmässig, mag das Gas nun aus einem Generator, oder aus einem Frischfeuer kommen. Auch hängt es von der Erwärmung der miteinströmenden atmosphärischen Luft ab, wie hoch man die Temperatur steigern will.

Uebrigens wendet man bei der Blechfabrication, sowie bei dem Betriebe der Schneidewerke auch Oefen an, die mit Abtheilungen versehen sind. Das, was wir darüber weiter unten bei dem Betriebe sagen werden, wird hinreichen, um ihre Einrichtung kennen zu lernen.

Zu einem Blechwalzwerke sind wenigstens zwei Oefen erforderlich, ein Schweissofen und ein Glühofen. In vielen Fällen wendet man jedoch auch drei Oefen an, nämlich zwei Schweissöfen und einen Glühofen, wenn man starke Bleche, und dagegen einen Schweissofen und zwei Glühöfen, wenn man schwache Bleche anfertigt.

Von den Blechwalzwerken. — Ein Blechwalzwerk besteht gewöhnlich aus einem Getriebegerüste und aus zwei Walzgerüsten, von denen das erstere zum Ausstrecken der Stürze oder der Kuchen und das andere zur Vollendung des Blechs dient. Die Gerüste, in denen sich die Blechwalzen befinden, sind von zweierlei Art, entweder Pilaren- oder Ständergerüste.

Die Pilarengerüste haben genau dieselbe Einrichtung, wie die, welche wir bei den Schneidwerken beschrieben haben; sie sind jedoch viel stärker, und die Pilaren bestehen aus Schmiedeeisen, statt aus Gusseisen. Bei grossen Walzwerken bietet dieses sehr kostbare System keine hinlängliche Festigkeit dar, wesshalb man es jetzt fast überall aufgegeben hat.

Die Ständergerüste bei den Blechwalzwerken unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Form nur wenig von denen, welche zur Stabeisenfabrication angewendet werden, und welche wir weiter oben beschrieben, und die Abänderungen, mittelst deren man sie für den Dienst der Blechfabrication einrichtet, beziehen sich nur auf die Art und Weise des Anziehens der Schrauben, mit denen die Walzen gestellt werden, auf die Einrichtung der Zapfenlager, sowie auf den Grad der Kraft, den sie entwickeln sollen.

Stellung und Aufhängung der Walzen. — Die Schrauben, welche bei den gewöhnlichen Gerüsten die Lage der obern Walze halten und allen Druck aufnehmen, welcher von dem Durchgange des Eisens herrührt, hören auf, gehörig zu wirken, sobald dieser Druck sehr bedeutend wird. Die Schraubengewinde nutzen sich ab, und die Bewegung der Schrauben wird ausserordentlich langwierig und mühsam. Dieser grosse Nachtheil ist hauptsächlich bei den Blechwalzwerken und mehr, als bei allen übrigen fühlbar, und man hat daher die Schraube durch eine Art und Weise der Stellung ersetzt, welche auf die Benutzung zweier gusseiserner Keile begründet ist, von denen der eine das Lager der obern Patrizenwalze trägt und an demselben befestigt ist, während der andere auf ihm gleitet und mittelst einer Seitenschraube re-

gulirt wird. Diese letztere geht durch eine Mutter von Bronze oder von Schmiedeeisen, die in einem Loche in dem Ständer des Gerüstes angebracht worden ist (Taf. 66, Fig. 2). Die Schraube wird mittelst eines zweiarmigen Schlüssels bewegt, der an seinem Ende befestigt ist, oder besser noch mittelst eines Schlüssels mit Sperrkegel, weil alsdann der Griff stets senkrecht gestellt werden kann und den Bewegungen der Arbeiter durchaus nicht hinderlich ist.

Zuweilen sind die beiden Schrauben eines Gerüstes durch eine Räderverbindung miteinander vereinigt, so dass die beiden Keile zu gleicher Zeit fester oder loser gestellt werden können. Diese Einrichtung ist bequem, vorausgesetzt, dass man sich das Mittel vorbehalten hat, die Stellung eines jeden Keils nach dem Grade der Abnutzung der Pfannen im Voraus zu stellen. Giebt man den Keilen eine hinlängliche Neigung, richtet man sie gehörig ab und hält sie gehörig in Schmiere, so bewegen sie sich leicht aufeinander; um die Walzen während des Betriebes zu lösen, braucht man nur die Schrauben nachzulassen, worauf die Keile von selbst auf ihren geneigten Flächen gleiten. Wegen Mangel dieser Vorsichtsmaassregeln muss man dagegen das Ende der Schraube in den Kegel einschliessen, allein sie wird alsdann sehr abgenutzt und die Bewegung wird schwieriger.

Die Vortheile der Keilstellung sind sehr wesentlich; sie müsste die Schraubenstellung bei allen Walzwerken mit starkem Druche ersetzen, z. B., bei den Streckenwalzwerken, sowie auch bei allen Grobeisenwalzgerüsten.

Um den Eintritt des Bleches zwischen die Walzen zu erleichtern, und damit nach seinem Durchgange die obere Walze nicht mit ihrem ganzen Gewichte auf die untere falle, wodurch sie alle beide beschädigt werden könnten, wird die obere Walze in den Gerüsten mittelst mit Gegengewichten versehenen Balanciers hängend erhalten. Jedoch ist der Gebrauch der Gegengewichte bei leichten Walzen nicht absolut nothwendig, wird aber bei grossen Walzen mit langem Körper unerlässlich.

Bei den Pilarengerüsten sind die Gegengewichte gewöhnlich über den Walzen angebracht, bei den andern und zuweilen auch den Pilarengerüsten in dem Fundamente, und sie tragen die obere Walze mittelst zweier senkrechter Stangen, welche durch den untern Theil des Gerüstes gehen und unter die Zapfenlager treten (siehe Taf. 66).

Widerstand der Gerüste. — Man darf nicht fürchten, die Blechwalzgerüste zu stark zu machen; sie sind einem bedeutenden Drucke unterworfen und ihr Bruch ist kein seltenes Ereigniss in den Hütten, wo der Betrieb bedeutend ist. Wirklich ist es sehr häufig das Resultat einer schlechten Einrichtung oder einer schlechten Aufstellung der Walzwerke, obgleich sie auch von der Schwäche der Stücke selbst herrühren kann. Man verhindert diese Zufälle zuvörderst dadurch, dass man die Gerüste gehörig stark macht, dass man diese Stärke zweckmässig auf denjenigen Theil vertheilt, welche ihnen am Meisten ausgesetzt sind, und dass man darauf alle erforderliche Sorgfalt verwendet, dass die Gerüste gut angefertigt und gut aufgestellt seyen, und dass das ganze Walzwerk recht fest stehe. Um den Bruch der Angriffszapfen von den Walzen zu verhindern, muss man die Kuppelungswellen recht lang machen und den Muffen Spielraum gewähren, weil die Stellung der Achse der obern Walze in jedem Augenblicke während des Betriebes sich verändert.

Von den Walzen. Die Dimensionen der Blechwalzen sind mit der Beschaffenheit der Arbeit verschieden und nehmen mit der Breite des anzufertigenden Blechs zu. Wenn diese Breite gegeben ist, so muss der Körper der Schlichtwalzen um 0,10

bis 0,15 Meter (4 bis 6 Zoll) länger seyn. Im Durchschnitte beträgt diese Länge 1,10 bis 1,60 Meter, und die Durchmesser wechseln von 0,40 bis 0,50 Meter (16 bis 20 Z.). Der Körper der Streckwalzen ist etwa $\frac{3}{4}$ so lang, als der der Schlichtwalzen, aber der Durchmesser ist derselbe.

Da das Auswalzen sehr langen Blechs um so bequemer ist, je bedeutender der Durchmesser der Walzen, so wird es ohne allen Zweifel zweckmässig seyn, für die Art der Fabrication bedeutendere Dimensionen, als die gewöhnlichen sind, anzunehmen und wir sind der Meinung, dass man gute Resultate erlangen würde, wenn man die Durchmesser bis auf 0,65 oder 0,70 Meter (25—28 Zoll) brächte. Zwar kosten solche Walzen mehr, allein man wird durch die grosse Leichtigkeit der Arbeit, durch die vollkommenern Producte und durch die minder häufigen Brüche entschädigt.

Der Durchmesser der Zapfen beträgt etwa $\frac{3}{5}$ von dem der Walzen. Man kann sich ohne Nachtheil über diesen Dimensionen halten, muss sich aber wohl hüten, geringere anzunehmen.

Die Beschaffenheit der Walzen hat einen grossen Einfluss auf die Schönheit der Producte. Die Streckwalzen müssen aus gutem halbirten Roheisen gegossen worden seyn; die Schlichtwalzen aber, besonders für feine Bleche, verlangen die Anwendung des Schalengusses, den wir schon für die Streckwalzen der Schneidewerke und für die Walzen für feine Eisensorten empfohlen haben. Sie müssen mit der grössten Sorgfalt und so abgedreht seyn, dass ihre Körper vollkommen eben sind. Die Streckwalzen sind an der vordern Seite mit einer Einlassplatte und an der hintern mit einer Abstreifplatte versehen, welche aus starkem Bleche bestehen und an der hintern Seite aufgehängt sind. Das Schlichtwalzwerkgerüste hat dieselbe Einrichtung, nur fügt man hier zuweilen eine horizontale, gusseiserne Walze oder Rolle hinzu, welche dieselbe Länge wie der Walzenkörper hat, und welche zur Erleichterung der Bewegung starker und grosser Bleche dient (Taf. 66, Fig. 4). Wenn man lange Bleche fabricirt, so stellt man vor die Einlassplatte zwei Böcke von Guss- oder Schmiedeeisen, welche die Tafel während ihres Durchwalzens tragen.

Die Geschwindigkeit der Blechwalzen ist mit der Beschaffenheit des zu fabricirenden Bleches verschieden und beträgt 25 bis 40 Umgänge in der Minute. Die geringen Geschwindigkeiten werden bei den grossen Blechen angewendet und die grossen bei den dünnsten. Die erforderliche Triebkraft für ein Walzwerk mit zwei Gerüsten beträgt bei kleinen Blechsorten etwa 30 bis 35 Pferdekräfte, für die mittlern Blechsorten 40 bis 50 und für die grössten 60 bis 80 Pferdekräfte.

Das Blechwalzwerk, von welchem wir auf Taf. 66 die Abbildungen mittheilen, besteht aus einem Getriebegerüste, aus einem Streckwalzgerüste und aus einem Schlichtwalzgerüste.

Die Getriebe sind nach demselben Modelle gegossen, als die des Grobeisenwalzwerks; sie haben 0,48 Meter im Durchmesser und 13 Zähne, deren Theilung 0,126 Meter ist. Die Zapfen haben 0,30 Meter Durchmesser.

Die Streckwalzen haben 1,20 Meter Körper und die Schlichtwalzen 1,60 Meter, mit einem Durchmesser von 0,48 Meter. Beide Gerüste sind mit Keilen und Seitenschrauben versehen, sowie auch mit Balanciers und Gegengewichten in dem hohlen Raume des Fundaments. Die Steigung der Keile beträgt 0,40; sie gleiten auf sehr genau zugerichteten Oberflächen, und der untere Theil der Kappe, gegen welche der bewegliche Theil tritt, ist ebenfalls mit dem Meissel und der Feile abgerichtet. Die

Druckschraube, welche durch den Ständer des Gerüstes geht, bewegt sich in einer schmiedeeisernen Mutter von 0,082 Meter Stärke, von 0,072 Meter äusserm Durchmesser und ist mit flachen Gängen von 0,0155 Meter versehen; sie wird durch einen zweiarmigen Schlüssel bewegt.

Jeder Balancier ist an der äussern Seite von dem Schwell des Gerüstes, dem er dient, angebracht und besteht aus folgenden Stücken:

1) Aus zwei Verbindungsstücken, von denen jedes aus zwei Theilen besteht, die durch Bolzen vereinigt sind;

2) aus zwei Stangen, welche durch das Gerüste gehen und die obere Walze auf der einen Seite tragen;

3) aus einer horizontalen gusseisernen Achse, welche beide Stäbe und das Ende des Hebels trägt;

4) aus einem grossen Hebel, dessen Aufhängungspunct durch die beiden Verbindungsstücke geht.

Der kleine Arm, derjenige, welcher der Walze correspondirt, ist 0,20 Meter lang: der andere 0,90 Meter und trägt die gusseisernen Gegengewichte, die an einer Stange hängen, welche mit seinem Ende verbunden ist.

Wir gehen nicht weiter in grössere Details über die andern Einrichtungen dieses Walzwerks ein, indem sie schon bei dem Grobeisenwalzwerke beschrieben worden sind.

Die Nebenapparate eines Blechwalzwerks bestehen: 1) Aus gewöhnlichen Scheeren zum Zerschneiden der Stürze, sowie aus besondern Scheeren zum Beschneiden der Bleche; 2) aus Scheeren mit langen Blättern zum Beschneiden der feinsten Bleche; 3) aus zweirädrigen Karren von verschiedener Grösse, welche zum Transport der schweren Stürze und der Kuchen, sowie auch der grossen Blechtafeln von den Glühöfen zum Walzwerke und umgekehrt, dienen; 4) endlich aus Zangen von verschiedener Grösse mit flachen Gebissen.

Die Blechscheeren haben wir beschrieben, und die übrigen Apparate sind so einfach, dass ihre Angabe genügt.

Leitung des Betriebes.

Beschaffenheit des Materialeisens. — Alles Eisen, welches sich gut in der Hitze bearbeiten lässt, und welches nicht kaltbrüchig ist, kann zur Blechfabrication angewendet werden. Das feste und harte Eisen giebt sehr gute Producte an mittlerem und starkem Blech, welches eine grosse Festigkeit hat; allein es würde schwer seyn, es in dünnes Blech zu verwandeln. Dies erfordert die Anwendung von dem weichsten Eisen, welches noch an vielen Orten mit Holzkohlen gefrischt worden ist.

Starkes Blech und alles dasjenige, welches aus gepuddeltem Eisen angefertigt wird, kann nur durch Schweissen erlangt werden; die mittelstarken Bleche, deren Tafeln höchstens nur 50 bis 60 Kilogramm wiegen, und die feinen Sorten werden ohne Ausschweissen producirt, wenn man im Heerde gefrischtes Eisen dazu benutzt.

Starkes Blech von ausgeschweissten Rohschienen. — Wenn diese Bleche aus Puddeleisen angefertigt werden, so bildet man Pakete, die aus Rohschienen bestehen, welche man mit weichem Bandeisen oder feinem Rundeisen fest miteinander verbunden hat. Man macht sie 0,40 bis 0,45 Meter lang, 0,30 bis 0,35 Meter breit

und 0,08 bis 0,015 Meter stark, jenachdem die Blechtafeln leichter und schwerer seyn sollen. Diese Pakete werden in einem mit Steinkohlen gefeuerten Schweissofen bis zur Weissglühhitze gebracht und unter einem schweren Hammer ausgeschweisst und auf allen Flächen ausgeschmiedet, um einen regelmässigen und gleichartigen Kuchen oder Block zu erhalten. Wenn ein Block zu dem Gewichte der Blechtafen nicht hinreicht, wobei auch noch an Abgang im Ofen und auf die Abschnitzel gerechnet werden muss, so schweisst man zwei oder drei zusammen, wobei man alle Vorsichtsmaassregeln anwendet, damit die Schweissung ganz fehlerfrei sei.

In vielen Hütten geschieht das Ausschweissen der Pakete mit dem Walzwerke. Dies Verfahren ist aber sehr schlecht und giebt unvollkommen geschweisstes Blech, welches sich zuletzt aufblättert. Die Anwendung des Hammers bei der Fabrication des ausgeschweissten Bleches, ist durchaus nothwendig, sey seine Stärke übrigens, welche sie wolle.

Wenn die Blöcke unter dem Hammer bearbeitet worden sind, so werden sie noch rothglühend in einen zweiten dem ersten ähnlichen Ofen gebracht, woselbst sie abermals die Weissglühhitze erreichen. Darauf bringt man sie zu dem Streckwalzwerksgerüste, um sie zu der Breite auszustrecken, welche die fertige Blechtafel haben soll, worauf man das Blech entweder in denselben Ofen zurückbringt, wenn es seine Dimensionen gestatten, oder, besser noch, in einen besondern Ofen mit länglichviereckiger Heerdsohle.

Die ausgestreckten Blechtafeln gelangen zu den Schlichtwalzen und werden mehrere Mal durch dieselben durchgewalzt, indem man nach jedem Durchgange die Keile anzieht. Wenn das Blech nicht in einer Hitze vollendet werden kann, so glüht man es wiederum aus und walzt es abermals durch, bis dass es die verlangten Dimensionen erreicht hat. Ist es stärker als 4 bis 5 Millimeter, so braucht man es nicht auszuglühen.

Materialverbrauch und Production. — In dem ersten Ofen zum Ausschweissen der Pakete können in 24 Stunden 7- bis 8000 Kilogrammen Eisen, mit einem Verbrauche von 500 bis 550 Kil. Steinkohlen auf die 1000 Kil. ausgeschmiedeten Blöcke, ausgeschweisst werden. Der Glühofen für die Blöcke glüht in 24 Stunden etwa 4- bis 5000 Kil. aus, und der Brennmaterialverbrauch in diesem und dem eigentlichen Blechglühofen beträgt 8- bis 900 Kil. Steinkohlen auf 1000 Kil. fertiges Blech, wenn man die Blöcke nach dem Ausschmieden erkalten lässt. Bringt man sie noch warm in den zweiten Ofen, sowie wir es angegeben haben, so kann man auf 1000 Kil. Blech 2- bis 300 Kil. Steinkohlen ersparen.

Der Abgang vertheilt sich fast auf die folgende Weise:

Zu 1000 Kil. beschnittenem Bleche sind erforderlich:

1150 bis 1200 Kil. rohes Blech,
1240 bis 1290 Kil. Blöcke,
1440 bis 1490 Kil. Rohschienen.

Die Production eines Blechwalzwerkes ist sehr verschieden und hängt gänzlich von der Beschaffenheit der anzufertigenden Stücke ab. Fabricirt man starkes Blech, jedoch von geringer Länge und von einem mittlern Gewichte von 50 bis 55 Kil. die Tafel, so kann man ohne Schwierigkeit drei Oefen im Betriebe haben (ohne den zu rechnen, welcher zum Ausglühen der Pakete dient), von denen zwei zum Ausschweissen der Blöcke und ein dritter zum Glühen dient, wenn dasselbe erforderlich ist. In diesem

Falle erhebt sich die Production auf 8000 Kil. fertiges Blech in 24 Stunden. Wenn man Tafeln von 70 bis 120 Kil. und von bedeutender Länge anfertigt, so wird die Arbeit schwieriger, und um das Gedränge und die Behinderungen zu vermeiden, welche durch viele an einem Puncte zusammenwirkende Arbeiter entstehen, wendet man oft nur einen Schweissofen und einen Glühofen an. Die Production beträgt alsdann nur 4000 bis 4500 Kil. fertiges Blech in 24 Stunden.

Die Arbeitslöhne können auf folgende Weise angegeben werden:

1) Fabrication der Blöcke.

1 Schweissofenarbeiter erhält für 1000 Kil. fertige Blöcke . .		2,00 Fr.
1 Zängarbeiter desgl.		2,00 —
2 Gehülfen bei dem Schweissofen täglich . . .	3,25 Fr.	
2 Gehülfen bei'm Hammer täglich	3,75 —	
Für 3500 Kil. Blöcke	7,00 Fr.	
Für 1000 Kil. Blöcke		2,00 —
Summa für 1000 Kil. Blöcke		6,00 Fr.

2) Blechglühöfen.

1 Heizer für 1000 Kil. beschnittenes Blech	5,00 Fr.
2 Gehülfen à 3,25 Fr. täglich, oder für 1000 Kil.	1,62 —
Summa	6,62 Fr.

3) Kosten bei'm Walzwerke etc.

1 Walzmeister für 1000 Kil. beschnittenes Blech	5,00 Fr.
1 erster Gehülfe desgl.	3,00 —
1 zweiter Gehülfe desgl.	2,10 —
8 Tagelöhner, Heizer und dergl., täglich 12 Fr. oder für 1000 Kil.	6,00 —
Summa	16,10 Fr.

Die vollständigen Arbeitslöhne bestehen demnach, wie folgt, aus:

1250 Kil. Blöcke à 6 Fr.	7,50 Fr.
Ausschweissen und Glühen	6,62 —
Walzarbeit etc.	16,10 —
Summa	30,22 Fr.

Wenn man den Betrieb mit zwei Oefen führt, so bleibt die Anzahl der Walzarbeiter dieselbe, und man kann die für 1000 Kil. gezahlten Löhne etwa um $\frac{1}{3}$ vermindern, allein man muss auf 5 Tagelöhner mehr rechnen, und man hat:

1 Walzmeister für 1000 Kil.	3,30 Fr.
1 erster Gehülfe desgl.	2,00 —
1 zweiter Gehülfe desgl.	1,40 —
13 Tagelöhner etc. 19,50 Fr. auf 4000 Kil. oder auf 1000 Kil. .	4,87 —
Summa	11,57 Fr.

Die ganzen Kosten betragen demnach 7,46 Fr. + 6,62 Fr. + 11,57 Fr. = 25,65 Fr.

Starkes Blech, das aus ausgeschweisstem, im Heerde gefrischtem Eisen angefertigt wird. — Wenn die Blechfabrication auf Materialeisen beruht, welches im Heerde gefrischt worden ist, so muss man Luppen machen, die wenigstens ein Gewicht von 70 bis 80 Kil. haben. Man zängt sie unter einem schweren Hammer und

verwandelt sie in Blöcke von 0,06 bis 0,08 Meter ($2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll) Stärke, welche man sorgfältig auf allen ihren Flächen ausschmiedet. Man schweisst sie in mit Steinkohlen gefeuerten Oefen aus, schweisst 2 oder 3 unter dem Hammer zusammen und vollendet den Process auf die vorige angegebene Weise.

Zwei Oefen, ein Schweissofen und ein Glühofen, sind zum Betriebe hinreichend, indem man den ersten zu gleicher Zeit zum Ausschweissen der Blöcke und zu ihrem Glühen, wenn sie zum Streckwalzwerke gelangen, anwendet. Soll aber der Betrieb beschleunigt werden, so muss man drei Oefen haben: den ersten zum Ausschweissen der Blöcke, den zweiten zu ihrem Glühen, wenn sie vom Hammer kommen und den dritten zum Wärmen und Ausglühen des Blechs.

Zu 1000 Kil. beschnittenen Bleches sind etwa 1250 bis 1260 Kil. Blöcke nöthig; der Steinkohlenverbrauch ist fast derselbe, wie in dem vorhergehenden Falle, wenn man die Blöcke nach dem ersten Ausschmieden erkalten lässt.

Blech von mittlerer Stärke. — Blech von 3 bis 4 Millimeter Stärke, dessen Tafeln 15 bis 40 Kil. wiegen, kann auf verschiedene Weise erlangt werden:

1) Wenn man gepuddeltes Eisen anwendet, so ist es unerlässlich, es auszuschweissen, und zwar ist es immer weit besser, diese Operation unter dem Hammer auszuführen. Sind die Blechtafeln aber nicht schwerer, als 25 bis 30 Kil., so kann das Ausschweissen allenfalls mit dem Walzwerke bewirkt werden. In diesem Falle bildet man Pakete von 100 bis 120 Kil., welche man weissglühend macht und dann in starkes Flacheisen ausstreckt, welches 0,12 bis 0,15 Meter breit und 0,010 bis 0,025 Meter stark ist. Diese Stürze werden mit der Scheere in Stücke (*bidons*) zerschnitten, deren Länge der Breite des darzustellenden Bleches gleich ist. Darauf schweisst man diese Stürze wieder aus und walzt sie alsdann zu Blechtafeln aus, welche man während des Auswalzens 2 oder 3 Mal nach dem Glühofen zurückbringt, und die man nach vollendetem Auswalzen nochmals ausglüht, wenn sie dünn sind und das Eisen hart ist.

2) Wenn man Heerdfrischeisen anwendet, so unterlässt man das Ausschweissen und verwandelt die Luppenstücke unmittelbar in starke Flachstäbe oder Stürze (*largets*), von denen jede eine Blechtafel bildet. Wenn die Luppe stärker ist, als es das Gewicht der Tafel erfordert, so macht man mehrere Stürze aus einer.

Verkäufliches Blech. — Wir bezeichnen mit dieser Benennung die dünnern Blechsorten, deren Tafeln 4—10 Kil. wiegen.

1) Wenn man das Blech aus ausgeschweisstem Eisen anfertigt, so wendet man Rohschienen erster Qualität an, oder Eisen Nr. 2, d. h. solches, welches aus Paketen dargestellt worden ist. Das Verfahren ist übrigens fast ganz dasselbe, wie bei dem Bleche von mittlerer Stärke. Man bildet Pakete, welche man unter dem Walzwerke ausschweisst und zu Stürzen auswalzt, welche 0,10 bis 0,12 Meter breit und 0,006 bis 0,020 Meter dick sind. Man zerschneidet diese Stürze in Stücke von 0,35 bis 0,90 Meter Länge, je nach der Breite des darzustellenden Blechs, und nachdem man dieselben weissglühend gemacht hat, bringt man sie zu dem Streckwalzwerke. Diese ausgestreckten Tafeln, Urwellstürze (*semelles*) genannt, werden in den Glühofen zurückgebracht, gelangen dann zu den Schlichtwalzen, und man wiederholt das Ausglühen und Durchwalzen, bis dass das Blech die erforderlichen Dimensionen erlangt hat, d. h., man wiederholt diese Operationen drei bis vier Mal bei dem gewöhnlichen, und höchstens fünf Mal bei dem dünnsten Bleche. Bei den beiden letztern Malen des Durch-

walzens werden gewöhnlich mehrere Tafeln übereinander gelegt, oder, wie man sagt, in Paketen, zusammen durchgewalzt, indem man dahin sieht, dass die Ordnung der Tafeln nach jedem Durchwalzen verändert werde. In gewissen Hütten werden die Urwellstürze, nachdem sie durch die Streckwalzen gegangen sind, zusammengebogen oder gedoppelt. Das Auswalzen der gedoppelten Stürze geschieht entweder paketweise, oder mit einzelnen Doppeltafeln; bei'm Durchwalzen kommt das zusammengelegte Ende zuerst zwischen die Walzen. Die Anzahl der Tafeln, welche man in einen Pack zusammenlegt, hängt von der Stärke des Bleches, sowie von der Leichtigkeit, mit welcher es sich ausstrecken lässt, ab. Bei sehr dünnem Bleche legt man zuweilen 15 bis 20 Tafeln zusammen.

2) Das Blech aus Heerdfrischeisen wird ohne Ausschweissen fabricirt. Man nimmt Kolben, die unter dem Hammer ausgeschmiedet sind, schweisst sie mit Steinkohlen aus und verwandelt sie in Stürze, die man nach der gehörigen Länge zerschneidet. Das übrige Verfahren ist wie das oben angegebene.

In einigen Hütten benutzt man die aus den Frischfeuern entweichende Flamme zum Ausglühen der Stürze und der Urwellstürze. In der Hütte zu Bèze verfährt man, z. B., auf folgende Weise bei der Fabrication von Blech von 0,30 bis 0,60 Meter Breite: Die Kolben werden in einem mit Steinkohlen gefeuerten Ofen ausgeschweisst, alsdann zu Stürzen von 0,13 Meter Breite und von 0,006 bis 0,027 Meter Dicke ausgestreckt und dieselben alsdann in Stücke von 0,32 bis 0,54 Meter Länge zerschnitten. Diese Stürze, die Urwellstürze und die Blechtafeln, welche daraus erfolgen, werden alsdann in einem Ofen mit zwei Abtheilungen gewärmt, welcher in der Verlängerung der Frischfeuer liegt; die erste Abtheilung nimmt die Stürze und die zweite die Urwellstürze und die Blechtafeln auf.

Der Ofen zum Ausschweissen der Kolben wird auf einmal mit 24 Kolben, welche zusammen etwa 900 Kil. wiegen, besetzt, und man schweisst etwa 9600 bis 10000 Kil. in 24 Stunden aus; 1000 Kil. Stürze werden aus etwa 1085 bis 1100 Kil. Kolben und mit etwa 320 Kil. Steinkohlen dargestellt. Die Stürze werden in die erste Abtheilung des Ofens und zwar 20 oder 30 auf einmal gebracht; sie wiegen zusammen etwa 80 Kil., und man glüht 14- bis 1500 Kil. in 24 Stunden. Die daraus erfolgenden Urwellstürze werden in der zweiten Abtheilung geglüht, so dass, wenn ein Einsatz von Stürzen beendigt ist, die Urwellstürze warm genug sind, ohne Unterbrechung des Betriebes, zu den Walzen gebracht zu werden. Das Ausglühen des fertigen Bleches erfolgt in einem besondern, mit Steinkohlen gefeuerten Ofen.

Der von der Oxydation herrührende Abgang beträgt $1\frac{1}{2}$ bis 2 Procent und die Abschnitzel belaufen sich auf 13 bis 14 Procent, so dass für 1000 Kil. verkäufliches Blech 1150 bis 1160 Kil. Stürze oder

1270 — 1280 Kil. Kolben erforderlich sind.

Der Verbrauch an Steinkohlen beträgt im Ganzen 600 Kil., wovon 375 für die Kolben und 225 für das Ausglühen kommen. Wendet man keinen Ofen an, welcher durch verlorne Hitze gefeuert wird, so sind etwa 600 Kil. mehr erforderlich.

Die grossen Bleche von 0,65 bis 1,00 Meter Breite werden nicht ganz auf dieselbe Weise angefertigt: Die Stürze werden stets in der ersten Abtheilung des mit der verlornen Hitze gefeuerten Ofens gewärmt, und es werden stets 15 bis 20 auf einmal, welche zusammen 120 Kil. wiegen, eingesetzt, und man wärmt 18- bis 1900 Kil. in 24 Stunden. Die Urwellstürze erhalten die beiden ersten Hitzen in der zweiten Ab-

theilung desselben Ofens; allein die beiden folgenden und letzten Hitzen werden ihnen in einem, mit Steinkohlen gefeuerten Ofen gegeben, die erste in dem Kolbenglühofen, die zweite in einem besondern Ofen, in welchen die Bleche in Paketen von 4 bis 6 Stück eingesetzt werden, jenachdem das Blech stärker oder schwächer ist. Die Vollendung des Blechs erfolgt wie gewöhnlich.

Durch das Ausglühen werden 825 Kil. Steinkohlen auf die Tonne beschnittenes Blech verbraucht, und die Production beläuft sich auf 1000 Kil. in 24 Stunden.

Das zum Verzinnen oder zur Weissblechfabrication angewendete Blech. — Die Fabrication dieser Blechsorte erfordert ein sehr gutes Eisen; auch wird dazu fast immer, wenn es sonstige Umstände gestatten, mit Holzkohlen gefrischtes Eisen genommen, dessen Ausglühen namentlich in mehrern französischen Hütten mit der aus den Frischfeuern entweichenden Hitze bewirkt wird. Wir wollen diesen Fabricationszweig so beschreiben, wie er auf der Hütte zu Audincourt im Betriebe ist.

Die Luppen werden unter dem Hammer gezängt und zu Stäben von 0,10 Meter Breite, 0,022 bis 0,027 Meter Dicke und 1,20 bis 1,80 Meter Länge ausgeschmiedet. Darauf werden sie in einem Ofen durch die verlorne Wärme der Frischfeuer geglüht und durch ein erstes Walzen in Stürze von etwa derselben Breite, 0,006 bis 0,013 Meter Stärke und 2,60 bis 4,80 Meter Länge verwandelt.

Die ausgeschmiedeten Stäbe werden etwa 20 auf einmal, die einen gegen die andern auf zwei der Länge nach liegende eiserne Unterlagen, in den Ofen gebracht; und wenn man eine zum Auswalzen herausnimmt, so rückt man die andern vor und legt an die leer gebliebene Stelle einen kalten Stab. Bei einem solchen Verfahren ist der Ofen stets voll, und man kann in 24 Stunden 250 bis 270 Stäbe, die zusammen etwa 8000 Kil. wiegen, glühen. Sie erleiden dabei einen Abgang von $2\frac{1}{2}$ Procent.

Die mit der Scheere zerschnittenen Stürze sind 0,22 bis 0,40 Meter lang, und man wärmt sie in einem andern Ofen, der durch die verlorne Wärme gefeuert wird, um sie alsdann zu Urwellstürzen auszuwalzen. Dieselben werden in dem nämlichen Ofen ausgeglüht, ausgewalzt und gedoppelt; alsdann von Neuem geglüht und zum vierten Male ausgewalzt; darauf wieder entdoppelt oder einfach gelegt, wiederum gedoppelt, geglüht und zum fünften Male ausgewalzt; endlich wiederum entdoppelt, in zwei Tafeln zerschnitten, beschnitten und bilden nun die fertigen Blechtafeln.

Der Glühofen hat drei Abtheilungen: die dem Heerde am Nächsten liegende dient für die Stürze; die zweite und die dritte zum Ausglühen der Urwellstürze und des Blechs. Die beiden Oefen dieser Art, welche man gleichzeitig anwendet, geben ein jeder 1000 Kil. fertiges Blech in 24 Stunden, so dass die beiden Oefen zusammen 2000 Kil. Blech produciren, wozu 2800 Kil. ausgeschmiedetes Materialeisen erforderlich sind.

Um dies Glühen mit Steinkohlen zu bewirken, würde man zu der Tonne Blech etwa 900 bis 1000 Kil. verbrauchen.

In der Hütte zu Frelan ist die Fabrication ähnlich der hier beschriebenen; der Glühofen für die Stürze und die Urwellstürze producirt in 24 Stunden 6000 Blechtafeln von 12- bis 1600 Kil. Gewicht.

Zu Magnoncourt erfolgt die Verwandlung der geschmiedeten Stäbe in Stürze durch ein Glühen mittelst Steinkohlen, wozu 400 Kil. von diesem Brennmateriale auf 1000 Kil. Stürze erforderlich sind. Die daraus erfolgenden Urwellstürze und Packe werden in einem Ofen, der verlorne Hitze benutzt, gewärmt, und es werden in 24 Stun-

den 4600 Tafeln, welche 12- bis 1600 Kil. wiegen, producirt. Der **Abgang** an den Stürzen und an dem Bleche beträgt etwa 30 Procent.

Das letzte Glühen wird in dieser Hütte häufig mit Steinkohlen bewirkt; in diesem Falle wendet man dazu zwei Oefen an, welche 975 Kil. Steinkohlen zweiter Qualität zu derselben Production von 12- bis 1600 Kil., d. h., ohngefähr 600 bis 800 Kil. Steinkohlen zu der Tonne fertiges Blech verbrauchen.

Die Blechfabrication ist, wie man sieht, sehr verschieden, sowohl wegen der Verschiedenheit der Producte, als auch wegen des verschiedenartigen Verfahrens. Jedoch glauben wir, dass das Gesagte hinreichend seyn wird, um darnach einen auf neuere Grundsätze beruhenden Betrieb einrichten zu können.

Fabrication der Eisenbahnschienen.

Die Fabrication der Schienen, welche zum Baue der Eisenbahnen benutzt werden, ist jetzt einer von den wichtigsten Zweigen des Eisenhüttenbetriebes, welcher durch dieselben einen sehr leichten Absatz für alle seine Producte von mittelmässiger Quantität findet.

Zur Anfertigung der Schienen kann alles Eisen angewendet werden, vorausgesetzt, dass es gut schweisst; dennoch sucht man am Meisten dasjenige, welches am Härtesten und Steifsten ist. Diese Eigenschaften finden sich in einem hohen Grade in dem meisten Eisen vereinigt, welches durch den Puddelprocess aus Coaksroheisen dargestellt worden ist, und dies Eisen wird auch nur allein zu diesem Zwecke verwendet, da das Holzkohlenroheisen zu theuer ist, und weil es eine weit vortheilhaftere Anwendung bei der Fabrication des verkäuflichen Stabeisens findet.

Form der Schienen. — Die Form und das Gewicht der Eisenbahnschienen hängt von der Art und Weise ihrer Befestigung und von dem Gewichte der Maschinen ab, welche sie tragen sollen. Im Allgemeinen ist das Gewicht des laufenden Meters zwischen 25 und 36 Kilogrammen begriffen, und die, obgleich sehr verschiedenartigen Gestalten lassen sich auf einige sehr charakteristische Typen zurückführen (Tafel 67). Man unterscheidet:

1) Die fast länglich-viereckigen Schienen mit einem Haken, wie die, welche von Hrn. **Coste** auf der Eisenbahn von St. Etienne nach Lyon angewendet worden sind.

2) Die einfachen **T**-Schienen, mit oder ohne Haken oder Verstärkung, wellenförmig (fischbäuchig) oder nicht, wie die auf einem Theile der belgischen Eisenbahnen.

3) Die doppelten **T**-Schienen, sowie sie auf den meisten englischen und französischen Eisenbahnen angewendet werden.

4) Die americanischen Schienen, welche nur eine Fläche zum Fahren und eine breite Basis haben.

5) Die flachen und hohlen, die sogenannten Brückenschienen, wie die auf der Eisenbahn von London nach Bristol.

Die Fabrication dieser verschiedenen Arten von Schienen unterscheidet sich nur durch die Form der Walzenkaliber voneinander; die allgemeine Leitung des Betriebes bleibt immer dieselbe.

Angewendete Apparate.

Von den Oefen. — Die bei der Schienenfabrication angewendeten Oefen sind etwas grösser, als die gewöhnlichen Schweissöfen; sie müssen, je nach dem Gewichte der zu fabricirenden Schienen 600 bis 750 Kilogramm Eisen oder 3 bis 5 Pakete aufnehmen können. Der Rost hat eine solche Einrichtung, um 150 bis 180 Kil. Steinkohlen in der Stunde verbrennen zu können. In jedem Ofen werden gewöhlich in 24 Stunden 16 Hitzen gemacht, welche 6—8 Tonnen fertiges Eisen produciren; man muss stets 5 oder 6 im Feuer haben, um ein von einer guten Maschine bewegtes Walzwerk zweckmässig benutzen zu können.

Von den Hämmern. — In Frankreich gebraucht man keine Hämmer bei der Fabrication der Schienen; in England benutzt man sie in einigen Hütten, um die Pakete, ehe sie ausgewalzt werden, zusammenzuschweissen. Wenn sie daher aus dem Ofen kommen, so werden sie zuvörderst zu dem Hammer gebracht, wo sie 15 bis 20 Schläge erhalten, werden dann einige Minuten in's Feuer zurückgebracht und kommen erst dann zum Walzwerke. Dies Verfahren ist vortrefflich und muss viel dazu beitragen, die Anzahl der schadhaften Schienen zu vermindern, indem sie das Ausschweissen aller Lagen der Pakete sichert. Ein Stirnhammer von 3 bis 4 Tonnen, der 80 Schläge in der Minute macht, ist der am Meisten zu dieser Arbeit angewendete Apparat; allein der Stempel- oder Stampfhammer würde noch bessere Resultate geben.

Von den Walzwerken. — Alle Schienen, und selbst die stärksten, können mit einem Grobeisenwalzwerke von 0,35 Meter Durchmesser und 1 Meter Körperlänge angefertigt werden; allein man zieht mit Recht die Anwendung von Walzen von 0,45 bis 0,50 Meter Durchmesser vor, welche Körper von 1,20 bis 1,40 Meter Länge haben, und 55 bis 65 Umdrehungen in der Minute machen. Ein Walzwerk von dieser Art muss durch eine Maschine von 60—80 Pferdekräften bewegt werden.

Gestalt der Kaliber. — Die Anfertigung einer Schiene geschieht im Allgemeinen in zwei Gerüsten, von denen das erste die Streckwalzen und das zweite die Schlichtwalzen enthält. Die einen und die andern sind speciell einer und derselben Art von Schienen gewidmet, und wenn sich die Fabrication verändert, so muss man fast immer neue Walzen dazu anfertigen.

Da die Pakete, welche man zu den starken Schienen anwendet, stets sehr bedeutende Dimensionen haben müssen, so ist es, um die Streckwalzen nicht zu sehr zu schwächen, zweckmässig, ihren Kalibern, deren Zahl wenigstens 5 beträgt, die Gestalt eines Rechtecks zu geben, dessen obere und untere Flächen der Achse des Cylinders parallel sind. Das Stück wird nach und nach flach und auf der Kante durchgewalzt, und die Stäbe, welche das Paket bilden, befinden sich auf diese Weise unter guten Bedingungen, um untereinander und auf allen ihren Flächen gehörig geschweisst zu seyn. Zu Decazeville, wo die Streckwalzen (Taf. 67, Fig. 1) zu gleicher Zeit zur Vorbereitung der Pakete von verschiedenen Dimensionen dienen, enthalten die Walzen eine Reihe von rautenförmigen Kalibern und zwei rechteckige; die Pakete zu den Schienen werden zuvörderst in diesen ausgeschweisst, indem sie vier Mal durch das erste und durch das zweite Kaliber gehen, worauf sie einmal durch jedes von den folgenden, welche rautenförmig sind, durchgewalzt werden. Die Schienen von einem geringen Querschnitte können mit Streckwalzen, mit spitzbogigen oder quadratischen (diagonalen) Kalibern, wie die gewöhnlichen Stabeisensorten, vorbereitet werden. Wenn

man jedoch viel Schienen von einer und derselben Form anzufertigen hat, so ist es besser, besondere Walzen anzuwenden, indem man dadurch immer in den Stand gesetzt wird, die Arbeit zu erleichtern und oft auch zu beschleunigen.

Die Schlichtwalzen haben 6 Kaliber, deren Formen sich nach und nach der anzufertigenden Schiene nähern. Die einfachen und die doppelten **T**-Schienen, sowie die mit breiter Basis, wie die americanischen Schienen, werden stets flachliegend durchgewalzt, so dass es die Breite des Kalibers ist, welche die Höhe der Schiene bildet. Da es zur Erleichterung der Arbeit erforderlich ist, dass das Eisen etwa um 0,001 bis 0,0015 Meter in jedem Kaliber breiter wird, so sieht man, dass das Stück bei seinem Eintritte in das erste Kaliber der Schlichtwalzen eine Breite haben muss, die der Höhe der Schiene gleich ist, vermindert um so vielmal 0,001 bis 0,0015 Meter (etwa 0,005 Meter), als sie vor ihrer Vollendung Kaliber zu durchlaufen hat*). Was nun ihre Stärke betrifft, so ist sie nothwendig der Breite gleich, wenn die Streckwalze nur rautenförmige oder quadratische, diagonal stehende Kaliber hat; wenn aber ihre Flächen der Achse parallel sind, so richtet man es so ein, dass das Eisen schon bei seinem Eintritte in das erste Kaliber der Schlichtwalzen eine rechteckige Form hat, und man vermindert auf diese Weise die Arbeit dieser letztern, ohne die der Streckwalzen zu vermehren, vorausgesetzt, dass man die Vorsicht hat, dem Pakete selbst die Form eines Rechtecks zu geben.

Die ganze Streckung des Eisens in den Schlichtwalzen erfolgt in den erstern Kalibern, und man muss nur eine geringe Differenz zwischen den Querschnitten der letztern annehmen, weil das Eisen, wenn es zu diesem Puncte gelangt, schon bedeutend abgekühlt ist, und da unabhängig von der Vermehrung der Anstrengung der Maschine, welche daraus erfolgen würde, dadurch auf der Oberfläche der Schiene Risse entstehen könnten, so dass sie als unbrauchbar verworfen werden müsste. Wenn die obern und untern Flächen der Schiene gerade oder convex sind und senkrecht auf der Achse stehen, so kann man die Kaliber symmetrisch für beide Walzen entwerfen; es ist hinreichend, dass sie eine solche Einrichtung haben, dass ein jedes von ihnen die kleine Kante verwischt, welche auf der ganzen Länge des Stabes, an dem Berührungspuncte der beiden Walzen entsteht, sowie dies in Fig. 3, Taf. 67 angegeben worden ist. Im Allgemeinen aber, und besonders dann, wenn die Fläche der Schiene nach der einen Seite zu geneigt ist, ist es besser, dass das Kaliber gänzlich in der untern Walze befindlich sey; man erhält weit schönere Flächen, die Schiene hat eine geringere Tendenz, sich bei ihrem Austritte zu erheben, und diese Vortheile heben sehr bedeutend den geringen Nachtheil auf, welcher aus der Differenz der Peripheriegeschwindigkeit beider Walzen entsteht (man sehe die Walzen zu Decazeville Fig. 2, Taf. 67).

Von den wellenförmigen oder fischbäuchigen Schienen. — Die wellenförmigen Schienen werden zuvörderst geradlinig und wie die vorhergehenden angefertigt; alsdann walzt man sie durch ein senkrechtes Kaliber, dessen oberer Theil zu der Patrizenwalze concentrisch ist. Der untere Theil dagegen ist im Verhältniss

*) Wenn man Schienen mit wenig kräftigen Maschinen fabricirt, so giebt man häufig den Kalibern eine zu bedeutende Erweiterung; diese Einrichtung, welche ein Eisen von sehr losem Korne veranlasst, bei dem sich die Schichten des zusammengeschweissten Eisens der Pakete nach Verlauf von einiger Zeit voneinander trennen, ist eine der wirksamsten Ursachen der Zerstörung der Schienen.

zu der Matrizenwalze excentrisch, und ihr Durchmesser ist übrigens so berechnet, dass jeder Umgang der untern Seite der Schiene die verlangte krumme Gestalt giebt. Der Abstreifmeissel dieses Kalibers (Taf. 68, Fig. 20) ist um eine Achse beweglich, so dass sich sein Ende stets genau auf die untere Walze auflegt.

Wenn die Schienen an der Seite eine Furche haben, wie, z. B., bei der einen von Nr. 2, Taf. 67, so vollendet man sie in zwei horizontalen Kalibern, deren Breite gleich der grössten Höhe des Eisens in dem convexen Theile ist.

Von den hohlen oder sogenannten Brückenschienen. Die Fabrication derselben hat keine grössern Schwierigkeiten, als die der vollen Schienen; nur müssen die Walzen eine solche Einrichtung haben, dass das Eisen auf allen seinen Flächen gleich bearbeitet werden kann. Wenn man sogleich eine Schiene darzustellen suchte, deren innere Flächen parallel wären, so würden die Backen offenbar weniger zusammengedrückt seyn, als der obere Theil und die Basis, und es würden daraus nothwendig Fehler erfolgen. Um diesen Nachtheil zu vermeiden, giebt man der Schiene eine auseinander gehende Form, wie Fig. 4, Taf. 67 angiebt. Bei'm letztern Durchgange durch die Walzen drückt man alsdann die Seiten zusammen, und es wird die Grundfläche der Fahrbahn parallel (in dem Handbuche der Stabeisenfabrication von Valerius ist auf S. 336 ff. das Verfahren bei der Anfertigung dieser, sowie auch der andern Schienenarten sehr genau beschrieben, und es sind dazu die Abbildungen auf Tafel 16 ff. gehörig).

Schienensägen. — Das Beschneiden der Enden von den Schienen geschieht gewöhnlich warm und mit Kreissägen. In England beschneidet man oft beide Enden zu gleicher Zeit mit zwei parallelen Sägen, deren Entfernung voneinander gleich der Länge der vollendeten und kalt gewordenen Schiene ist. Bei einem solchen Verfahren ist aber die Länge der Schienen nicht gleich, weil sie nicht alle in derselben Temperatur zerschnitten werden können. In Frankreich, wo die Eisenbahngesellschaften eine vielleicht zu übertriebene Wichtigkeit damit verbinden, dass die Schienen alle genau dieselbe Länge haben, schneidet man zuerst ein Ende ab, und darauf, nachdem die Schienen kalt geworden sind, auch das zweite Ende, indem man nur den abzuschneidenden Theil wärmt.

Sey nun übrigens die anzuwendende Methode, welche sie wolle, und in dieser Hinsicht ist der Wille des Käufers das Gesetz, so ist es sehr wichtig, wenn nicht ausdrücklich ein schräger Schnitt verlangt wird, dass das Schienenende vollkommen rechtwinklig abgeschnitten werde. Dieses Resultat ist es, welches man bei der Construction der Schienensägen stets im Auge haben muss. Es bestehen diese Apparate aus zwei Theilen, aus einem feststehenden, der Säge, und aus einem beweglichen, dem Gerüste oder Supporte, auf welchen man die Schiene legt, und den man gegen das Sägenblatt vorrückt, damit dasselbe das Eisen zerschneidet; und zwar muss dies durch eine Vorrichtung bewirkt werden, dass die Achse der Säge und die Schiene stets vollkommen parallel sey.

Die Sägen, deren Durchmesser auf verschiedenen Hütten 0,80 bis 1,20 Meter beträgt, werden zwischen zwei gusseisernen Scheiben festgehalten, und sind an dem Ende einer Welle befestigt, welche 800 bis 1000 Umgänge in der Minute macht. Die grossen Blätter haben vor den kleinen den Vorzug, sich weniger schnell abzunutzen und weniger geschärft werden zu können, allein die kleinen kosten weniger und verziehen sich weniger leicht, so dass man sie oft vorzieht. In einigen Hütten schränkt

man die Sägezähne, um ihnen Luft zu verschaffen, und das Schneiden zu erleichtern. Damit sie nicht zu leicht weich werden, lässt man sie sich in einem Troge von frischem Wasser drehen. Ohnerachtet dieser Vorsichtsmaassregeln sind die Unterhaltungskosten der Sägeblätter bedeutend, und um sicher zu seyn, dass sie gehörig wirken, muss man sie nach einem 24stündigen Betriebe auswechseln und untersuchen, so dass man 3 oder 4 Wechselblätter für jeden Apparat haben muss.

Das Support für die Schiene kann sich parallel mit sich selbst auf einer gehörig abgerichteten Gleit- oder Schiebebahn bewegen, wie bei der zu Decazeville angewendeten Vorrichtung, welche in den Figg. 7—11, Taf. 68 dargestellt worden ist. Besser noch ist der englische Wagen, Fig. 1—6, Taf. 68. Da aber diese Apparate kostbar und schwierig anzufertigen sind und da sie ihren Zweck selten gut erfüllen, so hat vielleicht das Stiftsupport, von welchem wir in Fig. 1—7, Taf. 69, eine Abbildung gegeben haben, noch Vorzüge. — Die Schiene liegt im Allgemeinen glatt auf ihrem Support; nur in einigen Hütten befestigt man sie auf der hohen Kante, um die Bewegung des Wagens zu vermindern und um desto sicherer zu seyn, einen rechtwinkligen Schnitt zu erlangen.

Wenn man die Enden der Schienen abhauet, so werden sie mit ihren Enden in einer Art von Schraubstock befestigt, dessen horizontale Backen das Stück genau umfassen und das Verhauen wird mittelst einer Art von Beil oder Axt bewirkt, auf welche man mit einem schweren Hammer schlägt. Gewöhnlich wird dieses Mittel nur zum Abhauen des zweiten Endes gebraucht, und dennoch ist es besser, auch dazu eine Säge anzuwenden, wie bei der ersten Operation (Taf. 68, Fig. 17—19).

Das Wärmen der Schienenenden. — Wenn nicht die beiden Enden der Schiene auf einmal abgeschnitten werden, so muss man das unbeschnittene Ende glühend machen, um es entweder mit der Säge abzuschneiden, oder um es abzuhauen. Dies Glühen geschieht in einem Schmiedefeuer, oder besser noch in einem kleinen Flammofen, der auf einer jeden von seinen beiden Seiten mit 4 oder 5 Oeffnungen versehen ist, welche genau die Gestalt der Schiene haben. Die Stücke liegen eines Theils in dem Ofen auf und andern Theils auf einem gusseisernen Support, welcher zur Erleichterung der Arbeit mit einer horizontalen Rolle versehen ist. Sind die Schienenenden hinlänglich warm, so nimmt man sie aus dem Ofen, um sie der Säge darzubieten, oder um das Ende abzuhauen (Taf. 69, Fig. 12 und 13).

Maschinen zum Geraderichten. — Obgleich man die Schienen, wenn sie noch warm aus dem Walzwerke kommen, auf einer gusseisernem Platte, auf welcher man sie alsdann erkalten lässt, gehörig gerade richtet, so müssen sie doch gewöhnlich auch noch nach dem Erkalten gerichtet werden. Diese Operation kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden: Zu Decazeville und in mehrern andern Hütten, legt man das Stück auf einen Ambos (Taf. 68, Fig. 16), welcher ein Gesenk von der Form der Schiene hat, und wenn man gehörig mit einem Schlägel darauf schlägt, so gelangt man dahin, ihm die gerade Form zu geben, welche sie haben muss.

Zu Creuzot wendet man mit gutem Erfolg zu diesem Zwecke eine Art Balancier mit horizontaler Schraube (Taf. 69, Fig. 10 und 11) an, welche durch drei Menschen bewegt wird. Alle Puncte der Schiene, welche Biegungen zeigen, erleiden nach und nach die Einwirkung der Schraube, und gewöhnlich sind 1 Dutzend Schläge hinlänglich, um den Zweck vollkommen zu erreichen.

Zerkleinerung der schadhaften Schienen. — Um die schadhaften Schienen, die man zu andern Zwecken benutzen will, in kleinere Stücke zu zertheilen, kann man eine starke Säge anwenden, oder, was noch wohlfeiler ist, einen mit einem Schwungrade versehenen senkrechten Balancier. Die Schiene wird auf zwei kleine gusseiserne Unterlagen gelegt, die einander sehr nahe sind, und die in gleicher Entfernung von dem Puncte liegen, auf welche die Schraube einwirken soll, und dieser Punct ist schon vorher durch einen starken Hieb angedeutet, welcher den Ort des Bruchs bestimmt. Im Allgemeinen erfolgt derselbe ohne Schwierigkeit, weil das Eisen, aus dem die Schienen bestehen, nicht weich genug ist, um sich eher zu biegen, als zu brechen. In der Hütte zu Creuzot ist ein solcher Apparat in einem sehr guten Betriebe.

Transport der Pakete und der Schienen. — Die Pakete, welche zu der Schienenfabrication angewendet werden, sind zu schwer, um sie von dem Schweissofen zu den Walzwerken auf der Hüttensohle fortschleppen zu können; man legt sie daher auf einen kleinen gusseisernen oder schmiedeeisernen zweirädrigen Karren, dessen Platte etwas höher ist, als der Körper der Streckwalzen und an ihrem Ende einen gusseisernen Schlägel hat, mit dessen Hülfe der Walzarbeiter stark auf das Ende des Paketes schlägt, um es in das erste Kaliber treten zu lassen; durch ein solches Verfahren wird der Betrieb sehr beschleunigt.

Der Transport der ausgewalzten Schienen geschieht auf langen, vierrädrigen Wagen mit blechernen Platten.

Dies sind die hauptsächlichsten Apparate, deren man sich bei der Schienenfabrication bedient; es erfordert dieses sehr kostbare Material einen bedeutenden Unterhalt, und die Kosten, welche dadurch verursacht werden, lassen sich nur durch eine bedeutende Fabrication decken.

Führung des Betriebes.

Bildung der Pakete. — Die zur Schienenfabrication bestimmten Pakete bestehen gewöhnlich aus zwei Eisensorten. Nr. 1 wird in das Innere gebracht und Nr. 2 als Decke angewendet, weil es wesentlich ist, dass der obere Theil der Schiene, der die Oberfläche der Fahrbahn bildet, von allen Fehlern frei sey. Man kann im Durchschnitte annehmen, dass zur Anfertigung von 1000 Kil. Schienen, dem Gewichte nach, erforderlich sind:

1)	. . .	1000 Kil. verkäufliche Schienen,
2)	. . .	100 Kil. schadhafte Schienen,
3)	. . .	100 Kil. Abgang im Ofen,
4)	. . .	125 Kil. abgeschnittene Enden.
		1325 Kil.

Demnach werden die Pakete zu Schienen von 4,50 Meter Länge, und von einem Gewichte von 30 Kil. das laufende Meter, welche zusammen 135 Kil. wiegen, bestehen aus:

135 Kil. für die Schienen,
17 Kil. für die abgeschnittenen Enden,
13 Kil. für den Abgang im Ofen.

Ganzes Gewicht 165 Kil.

Zur Fabrication von Schienen, von denen das laufende Meter 36 Kil. wiegt, und welche 4,80 Meter lang sind, wie die auf der Bahn von Paris nach Rouen, würde man haben:

173,00 Kil. für die Schienen,
21,70 Kil. für abgeschnittene Enden,
17,30 Abgang im Ofen.

Ganzes Gewicht 212,00

Das Verhältniss, welches man zwischen dem Gewichte der Decken und dem der Rohschienen annimmt, beträgt $\frac{2}{7}$ bis $\frac{1}{3}$; wenn man demnach ein Paket von 165 Kil. aus 6 oder 7 Lagen zusammensetzt, so würde man ohngefähr haben:

55 bis 48 Kil. Decken und
110 bis 117 Kil. Rohschienen.

Summa 165 Kil. 165 Kil.

Die Länge des Paketes würde etwa 1 Meter betragen.

Für Schienen von 173 Kil. würde man haben:

71 bis 61 Kil. Eisen Nr. 2
141 bis 151 Kil. Eisen Nr. 1

Summa 212 und 212 Kil.

Dimensionen des angewendeten Eisens. — Die grösste Dimension, welche man den Paketen giebt, beträgt 0,162 Meter Breite auf eine fast gleiche Stärke. Damit nun die Decken von 0,162 Meter die innern Stäbe genau bedecken, müssen diese aus Eisen von 0,008—0,081 und 0,054 Meter Breite bestehen, welche wie in den Figuren 14 und 15, Taf. 69 zusammengelegt worden sind.

Um dem Rande der Fahrbahn eine bessere Qualität zu geben, setzt man das Paket zuweilen wie in Fig. 16 zusammen; in diesem Falle hat man in dem Pakete von 165 Kilogrammen:

80 Kil. Eisen Nr. 2 und
85 Kil. Eisen Nr. 1.

Es muss jedoch die Beschaffenheit von Nr. 2 sehr gering seyn, um ein so starkes Verhältniss von Nr. 2 anwenden zu müssen.

Zu Decazeville enthalten die auf diese Weise eingerichteten Pakete drei Sorten von Eisen:

Der mittlere Theil von Nr. 1 wiegt	85 Kil.
Die Seitenstäbe von Nr. 2 wiegen	25 —
Die Decken Nr. 3 wiegen	55 —
	Summa 165 Kil.

In einigen Hütten hat man es versucht, die mit der Säge abgeschnittenen Schienenenden mit zur Bildung der Pakete zu nehmen, allein man hat nur eine schlechte Schweissung erlangt, und überall werden jetzt diese Abgänge zur Anfertigung der Deckschienen angewendet.

Fabrication der Deckschienen. — Da die Decken dazu bestimmt sind, die Oberfläche von der Fahrbahn der Schiene zu bilden, so erfordert ihre Fabrication eine grosse Sorgfalt. Die Pakete, welche man dazu anwendet, wiegen ebensoviel, als die zur Anfertigung der Maschinen benutzten und können aus Eisen von derselben Dimension zusammengesetzt seyn; allein da es im Allgemeinen sehr schwierig ist, von

Nr. 1 Stäbe von 0,162 Meter Breite zu erhalten, so muss man dazu die Abfälle oder die schadhaften Stücke von den Decken Nr. 2 anwenden, oder ganz besonders Stäbe dazu auswalzen, wenn man es nicht vorzieht, Stäbe von 0,135 Meter Nr. 1 anzuwenden, wie in dem Pakete Fig. 19, Taf. 69. Um die Schienenenden in die Pakete zu den Decken zu nehmen, muss man aus Nr. 1 Eisen von einer besondern Form anfertigen, welches die leeren Räume ausfüllen kann, die sich auf den Seiten der Schienen zwischen den beiden Rändern finden, wie in Fig. 20. Man kann alsdann das Paket auf zweierlei verschiedene Weise darstellen, entweder wie in Fig. 22, indem man Stäbe von 0,162 Meter Nr. 2, oder, wenn es möglich ist, Nr. 1 dazu nimmt, oder indem man Stäbe von 0,135 Meter anwendet. Offenbar ist die erstere Methode die bessere, aber auch theurere. Die Decken haben bei diesen Paketen stets dieselbe Länge, als sie selbst, allein die mittlern Stäbe können aus Stücken von verschiedenen Längen zusammengesetzt seyn, deren Enden aneinander gelegt worden sind. Bei den Schienenpaketen dagegen müssen alle Stäbe gleiche Länge haben.

Die Fig. 21 stellt die Zusammensetzung des Paketes dar, welches zur Anfertigung der kleinen Stäbe Nr. 2 gebildet wird, welche zu dem Pakete Fig. 16 gebraucht werden.

Das Auswalzen der Deckstäbe erfolgt mit einem Walzwerke von gleicher Stärke, wie das Schienenwalzwerk und häufig in denselben Gerüsten, indem nur die Walzen ausgewechselt werden. So walzte man zu Decazeville 18 Tage lang Schienen, darauf 8 Tage lang Deckstäbe u. s. f. Zu Creuzot besteht das Walzwerk aus 4 Gerüsten, von denen zwei zum Auswalzen der Schienen und zwei andere zum Auswalzen der Deckstäbe und der Pakete dienen.

Von dem Ausschweissen. — Die Anzahl der Pakete, welche man zusammen in einen Schweissofen bringt, hängt von den Dimensionen der Heerdsohle und von der der Pakete ab. Gewöhnlich setzt man nicht mehr als 3 Pakete von 210 Kil. ein, 4 von 160 Kil. und 5 von 130 Kil.

Die Anzahl von Hitzen, die man in 24 Stunden macht, beträgt 15 bis 16; demnach kann ein Ofen im Durchschnitt 7 bis 8 Tonnen fertige Schienen in derselben Zeit produciren und zwar mit einem Aufwande von 650 bis 700 Kil. Steinkohlen auf die Tonne.

Von dem Auswalzen. — Das Auswalzen der Schienen erfordert eine grosse Anzahl von Arbeitern; ausser dem Walzmeister und 6 Gehülfen, welche man gewöhnlich anwendet, sind auch zur Hülfe der Walzarbeiter noch 3 oder 4 Tagelöhner erforderlich, welche mit dazu angewendet werden, die Stücke in die Kaliber zu bringen und sie nach ihrem Durchwalzen über die Patrizenwalze zurückzugeben.

Das Einbringen des Paketes in das erste Kaliber muss sehr rasch geschehen, damit die Schweissung noch während seiner ersten und stärksten Hitze erfolgt. Die Anwendung eines Wagens, der mit einem Schlägel versehen ist, mit dem man stark auf das Schienenende schlägt, wenn es auf der Einlassplatte der Streckwalzen liegt, hat in dieser Beziehung viel Vortheil.

Zu Decazeville, wo man die in Fig. 1 und 2, Taf. 67 dargestellten Walzen anwendet, geht das Paket zwei Mal flach und auf der hohen Kante durch das erste und durch das zweite Kaliber und zwei Mal durch jede von den folgenden. Die Schlichtwalzen haben 5 Kaliber: das Eisen geht ein Mal durch ein jedes von den 4

erstern und zwei Mal durch das letzte, das sogenannte vollendende, wobei man dahin sieht, dass die Stücke nach dem ersten Durchgange eine halbe Umdrehung machen.

Erstes Geraderichten der Schiene. — Die aus dem vollendenden Kaliber hervortretende Schiene wird zu der gusseisernen Richtplatte gebracht, wo man sie mit hölzernen Schlägeln so genau, als möglich, gerade richtet.

Abschneiden des ersten Endes. — Die Säge zum Abschneiden der Schienenenden ist neben der Richtplatte angebracht, so dass, wenn diese Operation vollendet ist, das Schienenende der Säge dargeboten, und dasselbe, während es noch warm ist, abgeschnitten wird.

In vielen englischen Hütten werden beide Enden durch zwei parallele Sägen auf einmal abgeschnitten, wie wir schon weiter oben bemerkten; in Frankreich aber, wo man eine grosse Wichtigkeit damit verbindet, Schienen von ganz gleicher Länge zu erhalten, wird diese Arbeit in zwei Malen ausgeführt.

Abkühlung der Schienen. — Nachdem die Schiene die Säge verlassen hat, wird sie zur Abkühlung auf eine vollkommen ebene eiserne Platte gelegt, wenn man annimmt, dass sie sich während der Abkühlung nicht verzieht; wenn aber ihr Durchschnitt ein solcher ist, dass sie auf der einen Seite mehr Substanz, als auf der andern hat, wie bei den Schienen der grossen westlichen Eisenbahn in England, so legt man das Stück auf eine convexe Tafel, welche dieselbe Gestalt hat, und die Differenz des Schwindens, welches sie auf beiden Flächen erleidet, nöthigt sie, sich natürlich durch die Abkühlung wieder gerade zu richten.

Letztes Richten. — Welche Sorgfalt man auch immer bei dem Geraderichten der Schienen, wenn sie noch warm sind, anwenden möge, so ist doch diese Arbeit selten hinreichend, um vollkommen gerade Schienen zu erlangen, und im Allgemeinen muss man zu einem zweiten Geraderichten bei gewöhnlicher Temperatur schreiten. In vielen Hütten begnügt man sich damit, die Schiene auf einen Ambos zu legen, dessen Bahn zu ihrer Aufnahme mit einem Gesenk versehen ist, und man schafft durch Schläge mit einem schweren Hammer die Biegungen fort, welche die Schiene noch zeigt. Es ist jedoch ein solches Verfahren langwierig und mühsam, und zu Creuzot hat man es daher durch die Anwendung eines Balanciers ersetzt, von welchem wir schon geredet haben. Die Arbeit wird mit 4 Menschen bewirkt, von denen einer die Schiene an ihre Stelle bringt, während die drei andern auf die Druckschraube wirken. Mit einem Dutzend Schlägen ist die unvollkommenste Schiene vollkommen gerade gerichtet.

Das Abschneiden des zweiten Endes. — Das noch nicht abgeschnittene Schienenende kann auf zweierlei Weise abgeschnitten werden, entweder mit dem Meissel, oder mit der Säge; in dem einen und dem andern Falle wird das Ende des Stabes in einem Schmiedefeuer, oder in einem zu diesem Zwecke angewendeten Ofen glühend gemacht.

Will man das Schienenende abhauen, so wird es zwischen die Backen eines horizontalen Schraubstocks mit Seitenflächen gebracht, die entweder gerade oder schief sind, jenachdem der Durchschnitt gerade oder zugeschärft ist, und mittelst eines verstahlten Kaltmeissels und eines schweren Hammers hauen zwei Arbeiter den Theil der Schiene ab, welcher über die äussere Fläche des Schraubstocks hervorsteht. Das andere Ende stützt sich gegen einen festen Punct, dessen Entfernung von dem Schraubstocke constant ist, und ist so regulirt, um Schienen von vollkommen gleicher Länge zu erhalten.

Wenn man die Säge anwendet, welches uns wohlfeiler und schneller erscheint, so verfährt man wie bei dem ersten Sägen, und sieht dahin, das schon beschnittene Ende der Schiene gehörig zu befestigen, so dass sie alle eine gleiche Länge haben. Die schiefen Abschnitte werden gewöhnlich nicht mit der Säge bewirkt, jedoch hat deren Anwendung keine bedeutenden Schwierigkeiten.

Nacharbeiten der Schienenenden. — Wenn die Schienensägen nicht vollkommen gut eingerichtet sind, so lassen sich die Enden der Stäbe nicht vollkommen rechtwinklich auf ihre Achse abschneiden; in diesem Falle, wie in dem weit häufigern, in welchem nach dem Abschneiden mit der Säge Unebenheiten zurückgeblieben sind, welche dem guten Ansehen schaden, muss man den Meissel und die Feile anwenden, um dieselben fortzuschaffen. Diese Arbeit ist im Allgemeinen unerlässlich und geschieht in allen Hütten.

Abnahme der Schienen. — In Frankreich lassen die Eisenbahngesellschaften die Schienen durch Agenten abnehmen, welche zu gleicher Zeit die Fabrication derselben überwachen; allein die Producte dürfen nicht eher übergeben werden, als bis sie der betreffende Hüttenbeamte selbst untersucht und alle Stäbe zurückgeworfen hat, welche er nicht für brauchbar befunden. Es liegt im Interesse der Fabrik, dass diese erste Untersuchung mit aller Strenge geschehe, denn die Eisenbahngesellschaften werden dadurch ein um so grösseres Zutrauen gewinnen, wenn die Hütte darauf hält, nur ganz fehlerfreie Schienen abzugeben, welche den contractmässig gemachten Bedingungen vollkommen entsprechen.

Widerstand der Schienen bei der Biegung. — Damit sich eine Hütte Rechenschaft von dem Einflusse geben könne, den die verschiedenen Fabricationsmethoden auf die Qualität der Schienen ausüben, ist es unerlässlich, dass sie Versuche macht, welche sie in dieser Beziehung aufklären. Wir wollen hier diejenigen Versuche mittheilen, welche zu Decazeville mit den Schienen der Eisenbahn von Paris nach Versailles, linkes Seineufer, sowie auf der von Paris nach St. Germain, und auf der von Paris nach Orleans gemacht worden sind.

Eine Schiene auf der St. Germain-Bahn wiegt das laufende Meter	29,91 Kil.
Die der Versailler Bahn (linkes Ufer)	29,97 —
Die der Bahn nach Orleans	29,21 —

Tabelle über den Widerstand der Schienen.

Belastung in Tonnen.	Pfeile, welche den Belastungen entsprechen.					
	Schienen von Paris nach Orleans.	Schienen von Paris nach Orleans.	Schienen von Paris nach Orleans.	Schienen von St. Germain.	Schienen von Versailles, linkes Ufer.	
					Versuch auf der grossen Fläche.	Versuch auf der kleinen Fläche.
	Meter.	Meter.	Meter.	Meter.	Meter	Meter.
8,00	0,00000	0,00150	0,00075	0,000000	0,00250	0,003000
9,00	0,00000	0,00250	0,00125	0,000000	0,00325	0,003500
10,00	0,00050	0,00300	0,00175	0,000750	0,00400	0,004500
11,00	0,00100	0,00375	0,00275	0,001000	0,00600	0,005000
12,00	0,00125	0,00450	0,00300	0,002000	0,00700	0,005500
13,00	0,00150	0,00555	0,00350	0,003500	0,00850	0,006500
14,00	0,00250	0,00650	0,00450	0,004000	0,00900	0,008000
15,00	0,00500	0,01100	0,00700	0,005000	0,01300	0,010500
16,00	0,01200	0,02100	0,00825	0,006500	0,02300	0,013000
17,00	0,01350	0,03150	0,01400	0,009000	0,03350	0,020000
18,00	0,02500	0,04100	Zerbrochen	0,018000	Zerbrochen	0,028000
19,00	0,03750	Zerbrochen	Desgl.	0,025000	”	0,038000
20,00	0,04750	Desgl.	Desgl.	0,031000	”	Zerbrochen
21,00	0,05650	Desgl.	Desgl.	0,048500	”	”
22,00	0,07550	Desgl.	Desgl.	0,065000	”	”
22,50	Zerbrochen	Desgl.	Desgl.	”	”	”
23,00	Desgl.	Desgl.	Desgl.	0,080000	”	”
24,00	Desgl.	Desgl.	Desgl.	Zerbrochen	”	”

Widerstand der Schienen.

Belastung in Tonnen.	Schienen aus Enden und aus Feineisen.		Schienen aus reinem Feineisen.		Schienen aus Holzkohlenroheisen und Feineisen.	
	Biegung.	Bleibende Biegung nach Entfernung der Belastung.	Biegung.	Bleibende Biegung nach Entfernung der Belastung.	Biegung.	Bleibende Biegung nach Entfernung der Belastung.
	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.
8	0,0015	0,0000	0,0010	0,0000	0,00100	0,0000
9	0,0020	0,0000	0,0015	0,0000	0,00150	0,0000
10	0,0025	0,0000	0,0020	0,0000	0,00250	0,0000
11	0,0035	0,0000	0,0040	0,0000	0,00450	0,0000
12	0,0050	0,0000	0,0055	0,0000	0,00600	0,0000
13	0,0065	0,0010	0,0070	0,0015	0,00800	0,0020
14	0,0085	0,0025	0,0090	0,0030	0,01050	0,0035

Bei den Versuchen in der ersteren Tabelle wurde die Schiene auf 5 Centimeter breite Stützen gelegt, welche Achse von Achse 1,25 Meter voneinander entfernt waren. Die Belastung wirkte nur in der Mitte und auf eine Breite von 0,07 Meter; allein sie wirkte nur augenblicklich, da der Apparat nicht so eingerichtet war, dass die

Belastung eine hinlängliche Zeit liegen blieb, um vollkommen überzeugt zu seyn, dass die Schiene die ganze Höhe der Biegung hat, welche diese Belastung ihr zu geben im Stande ist. Die verschiedenen Schienen, welche probirt wurden, haben sich nur unter einer Belastung von 8 Tonnen merklich gebogen.

Die Versuche, welche die zweite Tabelle mittheilt, wurden mit einem Apparate gemacht, welcher es gestattete, die Belastung so lange wirken zu lassen, als man es wünschte, und die man darauf hinwegnehmen konnte, um zu erkennen, bis zu welcher Grenze die Schiene nach der Biegung durch ihre eigne Elasticität wiederum zurückkommen konnte. Diese Grenze liegt zwischen 14 und 15 Tonnen; darüber hinaus biegt sich die Schiene, ohne je wieder in ihre frühere Lage zurückzukommen. Die Zahlen der Tabelle sind die mittleren von den Versuchen, welche mit den Schienen von der Paris-Orleans-Eisenbahn angestellt worden sind, bei denen die Deckstäbe theils aus einem Gemenge von Feineisen und Brucheisen, theils aus blossem Feineisen und theils aus einem Gemenge von Feineisen und Holzkohlenroheisen angefertigt worden waren.

Materialienverbrauch und Production. — Ein Schienenwalzwerk mit 6 Schweissöfen producirt täglich 35 bis 40 Tonnen Eisen.

Die Fabricationskosten können im Durchschnitte festgestellt werden:

Material	A
Schweiss- und Walzarbeit	7,50 Fr.
Verschiedene Handarbeiten	4,50 —
Unterhaltung der Oefen, Walzwerke, Gezähe etc. . . .	7,00 —
Generalkosten, ohngefähr	25,00 —.
Summa	A + 44,00 Fr.

In Deutschland und Frankreich hat die Schienenfabrication sich kaum zu entwickeln begonnen und hat auch noch nicht die gewünschte Vollkommenheit erreicht. Man muss durch die Anwendung mächtiger Hämmer das Ausschweissen der Pakete möglichst zu vervollkommnen suchen, und muss das Eisen reiner und gleichartiger machen. Sehr wesentlich würde es seyn, bei der Schienenfabrication das Eisen Nr. 2 gänzlich wegzulassen, wodurch die Productionskosten wesentlich vermindert werden würden.

Spurkranzeisen, Winkeleisen etc.

Unter den Eisensorten von besondern Formen, die wir noch nicht untersucht haben, befinden sich folgende:

1) Spurkranz- oder Reifeneisen für Locomotiv- und Eisenbahnwagenräder.
2) Winkeleisen oder Eckschienen.
3) Eisen in Form eines **T** und in der Form von Keilen.
4) Fensterrahmeneisen.
5) Flacheisen mit runden Kanten.
6) Griffeisen.
7) Eisen für Webestühle oder Spinnereien und einiges Andere von seltener Benutzung.

Spurkranzeisen. — Das Spurkranzeisen, welches zu den Reifen für die Räder der Locomotiven und überhaupt aller sich auf den Eisenbahnen bewegenden

Wagen angewendet wird, müssen aus dem besten Materialeisen, welches leicht schweissbar, dicht, zähe und besonders sehr hart ist, angefertigt werden. Besonders ist diese letztere Eigenschaft sehr wesentlich, denn die aus weichem Eisen angefertigten Reife nutzen sich durch die Reibung sehr rasch ab; sie dehnen sich in der Breite aus, verlieren ihre Form, verlängern sich und lösen sich sehr bald von dem Rade, welches sie umgeben, los. Es ist durchaus unerlässlich, dass der ganze Reif aus der besten Sorte von festem und hartem Eisen bestehe, welches zu gleicher Zeit der Reibung und dem aus dem Drucke erfolgenden Walzen Widerstand zu leisten vermag.

Das Spurkranzeisen (Taf. 70, Nr. 1—5) wiegt 30—40 Kilogr. auf das laufende Meter, d. h. 170—225 Kil. für die Reifen der Räder von 1,80 Meter Durchmesser. Man sieht, dass dies bedeutende Massen sind, und es hat die Anfertigung dieses Eisens seine Schwierigkeiten; sie kann auf mehrere Arten bewerkstelligt werden.

1) Wenn man diese Eisensorte mit dem Walzwerke fabricirt (Taf. 70, Fig. 1), so macht man Pakete auf dieselbe Art und Weise, wie bei den Schienen, die gänzlich aus gewalztem Eisen Nr. 2, oder besser noch aus geschmiedeten Stäben bestehen. Ihr Gewicht muss etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ von dem des fertigen Stücks übersteigen, wegen des Abganges im Ofen und des Abschneidens der Enden, welches entweder mit der Scheere oder mit der Säge geschieht. Aus dem Ofen kommen die Pakete unmittelbar zum Walzwerke, oder sie werden vorher unter einem schweren Hammer ausgeschweisst, kommen dann wiederum einige Minuten in den Ofen und werden alsdann mit einem Grobeisenwalzwerke ausgewalzt. Man kann den Stab auch noch dadurch verbessern, dass man ihn nach dem Walzen schmiedet, wodurch das Eisen dichter und fester wird.

2) In England, wo das Eisen erster Qualität selten ist, macht man viele Locomotivreifen aus Brucheisen unter dem Hammer. Die Pakete aus dem groben Brucheisen werden auf die gewöhnliche Weise angefertigt, unter dem Hammer ausgeschweisst und zu groben Quadrat- oder Flachstäben ausgeschmiedet. Aus diesen Stäben bildet man neue Pakete, die man ebenfalls unter dem Hammer ausschweisst und zu Stäben ausreckt. Man erhält auf diese Weise ein sehr gleichartiges und ganz vorzügliches Eisen.

Winkeleisen oder Eckschienen. — Die Eckschienen, welche bei der Anfertigung der Dampfmaschinenkessel, der blechernen Schiffe und bei vielen andern Arbeiten angewendet werden, wiegen 3 bis 12 Kilogr. das laufende Meter und werden gewöhnlich mit einem Grobeisenwalzwerke fabricirt. Das dazu angewendete Eisen muss sehr gleichartig, eher weich als hart und sowohl warm als kalt zu bearbeiten seyn. Es hat diese Fabrication durchaus keine ernstliche Schwierigkeit, wenn die Kaliber der Walzen gut eingerichtet sind; man kann eine Reihe von solchen anwenden, wie sie in Fig. 2, Taf. 70 dargestellt worden. Die Enden werden mit der Scheere abgeschnitten.

Wendet man stufenweis aufeinander folgende Gesenke an, so wird es gar keine Schwierigkeiten haben, das Winkeleisen auch unter dem Hammer anzufertigen. Die Fabrication würde langwieriger und kostbarer seyn, allein man würde bessere Producte erlangen.

Fensterrahmeneisen. — Dieses Eisen (Taf. 70, Fig. 1—9) ist jetzt häufig in dem Handel und wird hauptsächlich zu Fensterrahmen in Kirchen, in Magazinen etc. angewendet. Man fertigt sie mit dem Grobeisenwalzwerke aus Eisen von gewöhnlicher Qualität an; ihr Gewicht auf das laufende Meter beträgt 2—4 Kil. Die ganze

Schwierigkeit dieser Fabrication besteht in gut ausgeführten Kalibern, welche mit grosser Sorgfalt und Genauigkeit ausgedreht seyn müssen, so dass die Stäbe keine Kantenrisse, keine Näthe etc. haben.

Eisen in der Form eines **T** und von Keilen. — Eisen in der Form eines **T**, von welchem das laufende Meter 6—12 Kil. wiegt, wird hauptsächlich bei Zimmerarbeiten und bei dem Rumpfe eiserner Schiffe angewendet. Zu dem letztern Zwecke ist ein sehr gutes Eisen erforderlich, und seine Fabrication hat viel Aehnlichkeit mit dem der Schienen.

Keilförmiges Eisen zu Roststäben und dergl., wird aus gewöhnlichem Eisen angefertigt und seine Fabrication hat keine Schwierigkeiten.

Flacheisen mit runden Kanten *(fers à ridages)*. — Diese Art von Façoneisen hat nur eine geringe Verbreitung, wird aber wie gewöhnliches Flacheisen angefertigt.

Griffeisen. — Diese Producte werden sehr häufig bei Treppengeländern und bei Balcongittern angewendet, sowie auch bei Brückengeländern etc. Man fertigt es je nach seiner Stärke, sowohl mit dem Grobeisen- als auch mit dem Feineisenwalzwerke an.

Eisen für Webstühle und Spinnereien. — Diese Façoneisensorten werdent mit dem Feineisenwalzwerke angefertigt; ihre sonderbare Form beweis't die Leichtigkeit, womit die Walzwerke zur Anfertigung jeder Art von Eisen benutzt werden können.

Die verschiedenen Eisensorten, welche wir hier mit Hülfe von Taf. 70 kennen gelernt haben, umfassen fast alle besondern Formen, welche man jetzt mit den Walzen anfertigt; jedoch nimmt ihre Zahl von Tag zu Tag zu, in dem Maasse, dass in der Architectur das Eisen immer mehr und mehr und zum grossen Vortheile der verschiedenen Constructionen angewendet wird, und je leichter und wohlfeiler sich diese besondern Eisensorten im Grossen darstellen lassen, während sie früher nur in Handschmieden angefertigt wurden, um so mehr werden sie Gegenstände des Eisenhüttenbetriebes. Bolzen können, z. B., sehr gut mit dem Walzwerke angefertigt werden, und in England geschieht dies auch bereits; und es könnten auf eine ähnliche Weise noch viele andere Stücke, welche man täglich braucht, fabricirt werden.

Eiserne Röhren.

Erste Anwendung. — Bis zu der Erfindung der Gasbeleuchtung fertigte man eiserne Röhren nur zu Flintenläufen an, und es beschränkte sich daher dieser Fabricationszweig auf sehr enge Grenzen. Seit dieser Zeit hat die Frage eine grosse Wichtigkeit erlangt; man hat den trefflichen Gebrauch begriffen, den man von schmiedeeisernen Röhren für Leitungen von Gas, Dampf und kochendes Wasser machen konnte, und man hat die Mittel untersucht, sie möglichst wohlfeil herzustellen.

Die englischen und französischen Erfinder, welche sich mit dieser interessanten Aufgabe beschäftigt haben, haben fast alle die Anfertigung der Röhren mittelst des Walzwerks versucht, allein diese Methode hat nie gute, der ganzen Länge nach vollkommen geschweisste Producte, die einem starken Drucke widerstehen konnten, geben können.

Art und Weise der Fabrication. — Die Fabricationsmethode, welche man jetzt befolgt, und deren Resultate, weder in Beziehung auf den Haushalt, noch auf die Technik, nichts zu wünschen übrig lassen, rührt von Cornelius Whitehouse von Wetnesbury her. Wir wollen hier dieses Verfahren beschreiben, sowie es der Erfinder anwendet, obgleich es später von Andern mehrfach verbessert worden ist.

Das Verfahren bei der Fabrication von Gasröhren besteht im Allgemeinen darin, das Eisen, aus welchem sie gemacht werden sollen, in einem Heerde mit Gebläse zu glühen, und es darauf durch Zieheisen oder andere derartige Werkzeuge auf die folgende Weise durchgehen zu lassen: Man nimmt einen Flachstab von zweckmässiger Beschaffenheit und Breite, biegt ihn so zusammen, dass sich die Ränder einander nähern und bereitet sie auf diese Weise zum Zusammenschweissen vor, so dass sie die Form einer Röhre erhalten. Diese Röhre wird alsdann in einem Heerde mit Gebläse bis zur Schweissglühhitze gebracht, alsdann mit der Kette einer Ziehbank verbunden und durch ein Zieheisen von zweckmässigen Dimensionen gezogen, deren Zweck es ist, das Zusammenschweissen der Ränder von dem Eisenstabe zu bewirken.

Die zu dieser Operation angewendeten Apparate sind die folgenden:

1) Ein Heerd mit einem Gebläse.

2) Eine Ziehbank, deren Kette durch eine Dampfmaschine bewegt wird.

3) Eine Schraubenpresse, in welcher die Keile angebracht sind, welche als Zieheisen wirken, und wodurch die Ränder der Röhre verbunden und die Naht geebnet wird.

Wenn die erste Hälfte der Röhre durch das Zieheisen gegangen ist, so lös't man den Apparat, welcher sie mit der Kette verbindet, los; man verbindet sie von Neuem mit dem andern Ende, und es wird der noch nicht ausgeschweisste Theil in den Heerd zurückgebracht und dort glühend gemacht, worauf er wieder zur Ziehbank gelangt.

Statt einer Schraubenpresse kann man auch, um das Zusammenschweissen zu bewirken, ein Zangenpaar anwenden, welches mit einer conischen Oeffnung versehen ist, durch welche man die Röhre gehen lässt. Während nun das Stück durch die Kette gezogen wird, fasst es ein Arbeiter mit diesen Zangen, die er auf einen Stützpunct vor der Ziehbank auflegt, worauf das Zusammenschweissen der Ränder von dem Stabe ebenso, wie bei dem vorhergehenden Verfahren, bewirkt wird.

Das Princip der Erfindung von Whitehouse besteht, wie man sieht, darin, die vorbereiteten Röhren schweisswarm zu machen, und sie unmittelbar nach dem Hervorkommen aus dem Heerde durch ein Zieheisen gehen zu lassen, welches eben so gut die Form einer Schraubenpresse, als auch einer Zange haben kann. Die auf diese Weise angefertigten Röhren haben vor denen, wie man sie ehemals anfertigte, indem man sie mit dem Hammer über einem eisernen Dorn schweisste, die folgenden Vorzüge:

1) Das Eisen wird durch die Schweisshitze verbessert.

2) Man kann die Röhren ohne alle Unbequemlichkeit 4 Meter lang machen, während früher eine Länge von 1 Meter schon bedeutend war.

3) Die auf ihrer ganzen Länge gleichartig zusammengeschweissten Röhren widerstehen bei'm Probiren einem Drucke von 75 Atmosphären.

4) Die Oberfläche der Röhren ist gleichartig und wie polirt, wie die der Bleiröhren, welche man kalt auf ähnliche Weise anfertigt.

Man fertigt auf diese Weise sowohl in England, als auch in Deutschland und Frankreich eiserne Röhren an, jedoch haben viele Fabricanten das Verfahren hin und wieder abgeändert, ohne jedoch das Princip gänzlich zu ändern; wir werden diese Veränderungen im Laufe der folgenden Beschreibung, welche wir von dem Verfahren geben, andeuten.

Angewendete Apparate.

Die bei der Fabrication der eisernen Röhren angewendeten Apparate sind: die Hämmer zum Biegen, die Oefen zum Schweissen und Wärmen, das Zieheisen mit Schraube und die Zangen, die Ziehbänke, die Maschinen zum Geradrichten und zum Schneiden der Gewinde etc.

Der Hammer zum Biegen. — Der in den Figg. 8 und 9, Taf. 71 dargestellte Hammer zum Biegen wurde 1837 von William Russell erfunden, welcher ihn dazu anwendete, um den Flachstäben die fast cylindrische Form zu geben, welche sie vor ihrem Durchgange durch das Zieheisen haben müssen. Vorher wurde diese Operation mit einem grossen Zeitaufwande mit Handhämmern bewirkt.

Die Bahnen dieses Hammers sind breit genug, um die Stäbe auf eine Länge von 1,50 Meter zu umfassen. Die Maschine wird durch eine excentrische Scheibe in Bewegung gesetzt, welche auf solche Weise wirkt, dass sie den Helm sanft und so hebt, dass der Hammer einen Druck und keinen Stoss ausübt, damit das Eisen nicht breche; die Stäbe werden, ehe sie unter den Hammer gelangen, dunkel rothglühend gemacht.

Schweissöfen. — Die angewendeten Oefen sind zweierlei Art, solche mit Gebläse und gewöhnliche Flammöfen.

Die Gebläseöfen oder Heerde, sowie sie jetzt in mehrern Röhrenfabriken angewendet werden, sind in den Figg. 5—7, Taf. 71 abgebildet und bestehen aus drei Hauptheilen: 1) Aus einem Roste mit langsamer Verbrennung, auf welchem man Steinkohlen verbrennt, die sich in Coaks verwandeln, und deren Rauch in eine Esse am vordern Theile des Ofens strömt. 2) Aus einem, mit einem Gewölbe bedeckten Heerde, in welchen man die glühenden Coaks fallen lässt, in dem Maasse, als sie sich bilden. Dieser Heerd erhält Gebläseluft von 0,07 Meter Pressung durch 4 Formen zugeführt, deren Düsen resp. 0,04, 0,034, 0,027 und 0,020 Meter Durchmesser haben. In diesem Heerde werden die Röhren glühend gemacht, ehe sie zu der Ziehbank kommen, indem man sie durch eine kleine Oeffnung einführt, welche der Ziehbank gegenüber angebracht worden ist. 3) Aus einem langen Canale, welcher die Flamme aus dem Heerde nach der Esse führt, von der wir schon geredet haben, und in welchem die flachen Eisenstäbe geglüht werden können, ehe sie unter den Hammer gelangen.

Die Wirkung dieses sehr verwickelten Apparats besteht darin, die Röhren auf eine Länge von 1,50 bis 2,00 Meter gleichmässig und schnell zu glühen; es ist von der höchsten Wichtigkeit, dass dieser doppelte Zweck vollkommen erfüllt werde, damit die Röhren gut zusammenschweissen, und damit sie während eines langen Aufenthalts mitten in einem Luftstrome sich nicht oxydiren.

In andern Röhrenfabriken giebt man den Röhren in einem gewöhnlichen Flammofen die Schweisshitze, von welchem wir in den Fig. 1—4, Taf. 71 die Abbildung geben. Er besteht aus einem sehr grossen Roste zur Steinkohlenfeuerung, sowie aus

einer länglich-viereckigen Heerdsohle von 3 Meter Länge, welche mit einem sehr niedrigen Gewölbe bedeckt ist. Die Flamme entweicht durch eine Oeffnung am Ende der Sohle, in der Nähe der Arbeitsthüren, von denen die eine mit zwei und die andere mit einer Oeffnung versehen ist, welche der Ziehbank gegenüber liegt. Die Einrichtung dieses Ofens ist gut und entspricht hinlänglich allen gemachten Bedingungen: Gleichheit der Temperatur auf der ganzen Sohle und schnellem Glühen; man verbrennt auf dem Roste ohngefähr 100 bis 130 Kil. Steinkohlen in der Stunde.

Glühofen. — Der Ofen, von dem wir redeten, dient nur zum Schweissen der Röhren, wesshalb man noch einen andern zum Glühen der Stäbe vor dem Biegen haben muss. Derselbe besteht in einigen Fabriken in England aus einer Heerdsohle von 2,50 Meter Länge, 0,75 Meter Breite und 0,40 Meter Höhe; der Rost misst 0,60 und 0,75 Meter. Das Ausströmen der Flamme geschieht unten am Ende der Sohle; es geschieht durch eine kleine Oeffnung, um nur einen sehr geringen Zug und folglich eine geringe Temperatur hervorzubringen. Wirklich ist es hinreichend, dass die Röhren dunkelroth glühend werden, allein es ist wesentlich, dass sie diese Wärme gleichmässig der ganzen Länge nach erhalten.

Von den Zieheisen. — Die zum Schweissen angewendeten Zieheisen müssen so nahe, als möglich, an der Oeffnung des Ofens angebracht werden, in welchem man die Röhren schweisswarm macht. Diese Bedingung ist wesentlich, und wenn man sie bei der Anlage der Apparate vernachlässigte, so würde das Stück sehr häufig auf seiner ganzen Länge nicht gleichförmig geschweisst werden.

Die am Häufigsten angewendeten Zieheisen sind solche, welche die Gestalt einer Zange haben und wie sie Fig. 10, Taf. 71 darstellt. Jede Röhre geht nacheinander durch 3 Paare von Zangen, deren Oeffnungen eine geringe Differenz in ihrem Durchmesser zeigen, damit sie die Schweissung besser bewirken. Der Arbeiter hält sie in der Hand, allein sie liegt an einem gusseisernen Ständer, der vor der Ziehbank angebracht ist, und der auf diese Weise den ganzen Druck erhält, den der Widerstand der Röhre und der Zug der Kette, mit welcher sie verbunden ist, hervorbringt.

Anfänglich gebrauchte Whitehouse statt der Zangen Zieheisen, die aus zwei eisernen Keilen bestanden, welche in einem kleinen Rahmen angebracht wurden, den man an der Ziehbank befestigte, und die durch eine Schraube zusammengedrückt wurden, welche durch die Kappe des Rahmens ging (Fig. 11, Taf. 71); später gab er aber dieses Werkzeug auf und gebraucht jetzt nur die Zange, deren Gebrauch weit einfacher und bequemer ist.

In einer englischen Röhrenfabrik wendet man Walzen zum Zusammenschweissen der Röhren an. Es waren daher an dem Schweissofen zwei Walzen von 0,15 Meter Durchmesser und 0,50 Meter Körper angebracht; sie hatten ovale und fast kreisrunde Kaliber, durch welche man die aus dem Ofen herausgehenden Röhren gehen liess. Die untere Walze war an dem Thürrahmen befestigt und erhielt ihre Bewegung von der Maschine durch ein kleines Räderwerk, welches ihr 120 Umgänge in der Minute mittheilte. Die obere Walze war mit der Thür selbst verbunden, so dass, wenn man diese hob, um eine Röhre aus dem Ofen zu nehmen, dieselbe von selbst in das untere Kaliber trat. Es reichte hin, die Thür zu schliessen, die übrigens mit einer kleinen Oeffnung zum Durchgange des Eisens versehen war, um die Patrizenwalze auf die untere, oder Matrizenwalze zu legen und den Apparat in Gang zu setzen. Da der von den Rändern des Kalibers hervorgebrachte Druck zur Bewirkung der Schweissung

gänzlich unzulänglich war, so setzte man die Röhre mit einer Ziehbank in Verbindung und liess sie noch vollständig warm durch dieselbe gehen, wobei man eine Art Zieheisen, Scorpion genannt, anwendete, welches ganz einfach aus einer mit mehrern Oeffnungen versehenen Zange bestand, die nicht wesentlich von den Russell'schen Zangen verschieden war, nur dass sie lange Schenkel hatte und an dem gusseisernen Gerüste der Ziehbank befestigt war (Fig. 12, Taf. 71). Jedenfalls hatten die Walzen keinen grossen Nutzen, und die Hauptsache musste immer von dem Zieheisen bewirkt werden.

Von den Ziehbänken. — Die Apparate, mittelst deren man die Röhren durch die Zieheisen zieht, in denen ihr Zusammenschweissen bewirkt wird, sind auf die Art der Ziehbänke in den Bleiröhrenfabriken eingerichtet, und müssen den Schweissöfen sehr nahe und in der Achse der Oeffnung liegen, durch welche die Röhren herausgenommen werden.

Die Ziehbänke sind etwa 5,50 bis 6,00 Meter lang (Fig. 13—15, Taf. 71). Sie bestehen aus einer Kette ohne Ende mit Gliedern, die durch Bolzen verbunden sind, und welche vorn und hinten über zwei Zahnräder gehen, von denen das eine von der Maschine eine drehende Bewegung erlangt, die man nach Belieben durch eine Ausrückung aufhalten kann. Der obere Theil der Bank ist mit drei Rinnen versehen (Fig. 15), von denen die beiden äussern, welche 0,04 Meter breit sind, die Rollen von einem kleinen Wagen aufnehmen, während die mittlere, von 0,056 Meter Breite, zum Durchgange der Kette dient, welche sich mit einer Geschwindigkeit von ohngefähr 0,30 Meter in der Secunde bewegen muss. Auf der Seite des Ofens endigt die Bank mit 2,40 Meter hohen Verstärkungen, welche senkrechte Rinnen haben, in welche man ein Stück Gusseisen schiebt, in deren Mitte sich eine ovale Oeffnung von etwa 0,09 und 0,15 Meter Weite befindet, die mit einem Rande versehen ist, gegen welche man die Zangen mit dem Zieheisen stützt.

Auf der Ziehbank liegt auf 4 Rollen ein kleiner Wagen, welcher an seinem obern Theile mit einer Zange versehen ist, deren beide Schenkel einen Ring fassen können, der in einen Haken endigt, welchen man nach Belieben mit der Kette verbindet. Wenn demnach eine Röhre warm ist, so fasst man das ausserhalb dem Feuer befindliche Ende mit dieser Zange, hängt sie an dieselbe, und sie wird nun mit derselben fortgezogen. Ist nun die Röhre gänzlich durch die Zangen mit dem Zieheisen gegangen, in welche man sie eingeführt hatte, so hakt man den Wagen los und führt ihn zu dem Anfangsende der Ziehbank zurück.

In den Fabriken, in denen man den Scorpion anwendet, hat man eine Einrichtung der Ziehbank angebracht, welche von der eben beschriebenen verschieden ist. In einer Vertiefung vor dem Werkzeuge, und in der Richtung der aus dem Ofen hervorkommenden Röhren selbst, befindet sich ein Wagen, welchem man eine abwechselnde geradlinige Bewegung giebt, und zwar durch einen Mechanismus, welcher dem bei den Hebelmaschinen angewendeten analog ist. Er ist mit einer senkrechten Stange versehen, die sich bis zu der Höhe des Hebels von dem Scorpione erhebt, und die mit einem Paare kleiner Zangen versehen ist, mit denen man die Röhre bei ihrem Austritte aus dem Ofen fasst und durch die Backen des Scorpions fortzieht; die Länge des Laufs beträgt etwa 3,00 Meter. Dieser Apparat erfüllt vollkommen denselben Zweck, wie die Ziehbank mit der Kette ohne Ende.

Maschine zum Geraderichten. — In den meisten Fabriken werden die Röhren durch Schläge mit hölzernen Hämmern auf langen gusseisernen Tafeln gerade gerichtet. Jedoch wendet man auch zu demselben Zwecke einen Apparat an, welcher aus zwei gusseisernen Platten von 1 Meter Breite und etwa 2 bis 3 Meter Länge besteht, von denen die eine horizontal auf der Sohle befestigt ist, während die zweite, parallel mit der erstern, von einem Excentricum, oder von einer Kurbel, die von der Triebkraft abhängt, eine hin- und hergehende Bewegung erhält. Die Röhren liegen zwischen den beiden Platten und werden parallel mit sich selbst hin- und hergerollt, bis dass sie ganz gerade gerichtet worden sind.

Nebenwerkzeuge. — Die übrigen, bei der Fabrication der Röhren angewendeten Werkzeuge sind die folgenden:

1) Gewöhnliche Scheeren zum Zerschneiden der Stäbe, aus denen die Röhren angefertigt werden sollen.

2) Scheeren oder Sägen zum Abschneiden der Enden von den Röhren, sowie zum Zerschneiden derselben nach beliebigen Längen.

3) Schraubenschneidmaschinen, um die Enden der Röhren und kleine eiserne Muffen, welche zur Verbindung der Röhren untereinander dienen, mit Schraubengewinden zu versehen.

Triebkraft. — Um alle Apparate zu bewegen, welche zur Fabrication von 1000 Tonnen Röhren jährlich erforderlich sind, reicht eine Maschine von 10 bis 12 Pferden hin. Wendet man aber einen Heerd mit Gebläse an, so muss man zu dessen Bewegung eine Kraft von 6 bis 8 Pferden mehr rechnen.

Leitung der Arbeit.

Vorbereitung des Eisens. — Das zur Anfertigung der Röhren angewendete Eisen muss rein, gleichartig, leicht schweissbar, nicht zu hart und frei von Schiefern und Rissen seyn. Es kann mit den Walzen fabricirt seyn, wie Flacheisen und breites Bandeisen, und man lässt es alsdann durch glatte Streckwalzen gehen. Man macht aber das Eisen gleichartiger und dichter, wenn man es theilweise mit dem Hammer bearbeitet; so erhält man sehr gute Resultate, wenn man Pakete von Brucheisen, oder im Heerde mit Holzkohlen gefrischte Luppen anwendet, die man unter dem Hammer zängt und zu 0,03 bis 0,04 Meter starken Schienen ausschmiedet. Dieselben werden alsdann schweisswarm gemacht und mittelst Walzen in Flacheisen von 5—7 Millimeter Stärke ausgewalzt, welches etwa 2 Meter lang und von einer Breite ist, welche mit dem Durchmesser der anzufertigenden Röhren im Verhältnisse steht. Dieser Durchmesser wechselt übrigens von 3 bis 50 Millimetern.

Vorbereitung der Röhren. — In einigen Fabriken erhalten die vorher dunkelrothglühend gemachten Eisenstäbe die Form einer Röhre, indem man sie mittelst Hammerschlägen auf einem Ambose biegt, dessen Bahn mit concaven und convexen Theilen von einem verhältnissmässigen Durchmesser von dem, welchen man den Röhren geben will, versehen ist. Es ist jedoch diese langwierige und kostbare Methode bei einer grossen Fabrication nicht anwendbar.

In einigen grossen englischen Fabriken beginnt man damit, eins von den Enden des Stabes glühend zu machen; mittelst eines Hammers biegt man dasselbe über dem Dorne eines Amboses rund, bringt ihn in einen Glühofen, vor dessen Thüre eine Art

von starkem gusseisernen Zieheisen befestigt ist, in welches man den gebogenen Theil des Stabes, wenn er warm genug ist, bringt. In der Nähe des Ofens ist eine Ziehbank angebracht, welche einen kleinen Wagen mit Zangen hat, den man dem Röhrenende nähert, nachdem man in demselben einen kleinen eisernen Dorn angebracht hat, damit es durch die Zangen nicht zerrissen werde. Wenn nun das Stück gefasst ist, so hängt man den Wagen an die Kette, welche den Eisenstab durch das Zieheisen zieht. Dadurch sind alsdann die Ränder des Stabes einander vollkommen nahe gebracht, und nachdem man die auf diese Weise vorbereitete Röhre auf einer gusseisernen Platte gerade gerichtet hat, ist sie nun zum Ausschweissen fertig.

Nach einem andern Fabricationssysteme ersetzen die Walzen an der Ofenthür sehr zweckmässig das Zieheisen, von welchem wir so eben redeten; das Eisen erleidet nur eine einzige Schweissung, und man hat keine zwei Ziehbänke nöthig.

Bei der Methode von Russel werden die Stäbe mit dem Hammer bearbeitet, den wir beschrieben haben. Man legt sie zuvörderst auf den convexen Theil des Amboses, wo sie die Form einer Ziegel annehmen; darauf nähert man die Ränder in dem concaven Theile, wo man auf diese Weise eine Röhre von elliptischer Form erhält, welche um so besser zum Schweissen geeignet ist, da die beiden Ränder, welche vereinigt werden müssen, stets in der grossen Axe der Kurbel liegen und folglich bei dem Durchgange durch das Zieheisen sehr stark zusammengedrückt werden. Beide Methoden sind sehr zweckmässig in Fabriken, die kein eigenes Eisen verarbeiten; es scheint uns aber, dass, wenn die Röhrenfabrication auf einer Eisenhütte geschieht, es vortheilhaft sey, die Stäbe sogleich, nachdem sie ausgewalzt worden und während sie noch warm sind, zu biegen. Wenn demnach der Stab aus dem Ausstreckwalzwerke kommt, so muss das eine Ende über einen Dorn rund gebogen werden, und man muss den Stab alsdann durch ein fast rundes Kaliber gehen lassen, welches auf einer von den Walzen angebracht worden ist. Dasselbe Verfahren würde sehr schnell und weit wohlfeiler seyn, als alle bis jetzt beschriebenen.

Zusammenschweissen der Röhren. — Die wesentlichen Bedingungen, denen man genügen muss, um diese Operation gehörig auszuführen, sind die folgenden:

1) Man muss die Röhren so schnell, als möglich, schweisswarm machen und ihrer ganzen Länge nach eine gleichförmige Temperatur zu erreichen suchen.

2) Den Apparat, durch welchen die Schweissung bewirkt wird, so nahe, als möglich, an der Thür des Ofens anbringen, um jede Art von Abkühlung zu vermeiden.

Die einzigen Oefen, welche man dazu benutzen kann, sind die Heerde mit Gebläsen und Flammöfen, aus denen die Flamme an der Sohle ausströmt; wir haben beide beschrieben.

Man hat es häufig versucht, die Röhren zwischen Walzen zusammenzuschweissen, allein diese Fabricationsmethode ist sehr unvollkommen; die Anwendung des Zieheisens und einer Ziehbank sind unerlässlich.

Bei der Anwendung des Heerdes mit dem Gebläse ist die Arbeit die nachstehende:

Nachdem die Röhre zuvörderst in der zweiten Abtheilung des Apparats geglüht worden ist, nimmt man sie aus derselben heraus und bringt sie durch die der Ziehbank gegenüber liegende Oeffnung in die erste, jedoch nur auf die Hälfte ihrer Länge, damit man äusserlich einen kalten Theil habe, welcher von den Zangen gefasst werden kann. Wenn sie die Weissglühhitze erreicht hat, so fasst ein Arbeiter mit den an

dem Wagen befindlichen Zangen das Ende und hängt den Ring an die Kette, so dass das Durchziehen beginnt. Ein zweiter Arbeiter hat eine Zange mit Zieheisen gefasst, stützt sie gegen das Ende der Ziehbank, drückt die Röhre zusammen und nöthigt die Ränder, sich einander zu nähern, so dass sie in dem Maasse, als sie durch das Zieheisen gehen, zusammengeschweisst werden. Wenn die Röhre hindurchgegangen ist, so fällt sie auf die Bank; der erste Arbeiter hakt die Zange los und bringt sie nach dem ersten Ofen zurück, um dieselbe Operation wiederum zu beginnen. Sie wird gewöhnlich drei Mal und mit drei Paaren verschiedener Zangen wiederholt.

Wenn die Röhren auf der Hälfte ihrer Länge zusammengeschweisst worden sind, so beginnt man die Arbeit mit der andern Hälfte.

Bei der Anwendung des Glühofens verfährt man auf die folgende Weise:

Ein Knabe bringt eine Röhre in eins von den Löchern der ersten Arbeitsthür, und wenn eine derselben schweisswarm geworden ist, so übergiebt er sie einem zu seiner Rechten stehenden Arbeiter, der sie durch eine Oeffnung in der zweiten Thür, die der Ziehbank gegenüber liegt, schnell in den Ofen zurückbringt. Währenddem führt ein anderer Knabe dem Arbeiter den kleinen Wagen mit den Zangen zu, um die Röhren zu fassen und um sie durch das Zieheisen gehen zu lassen, welches von einem andern Arbeiter gehalten wird. Die Operation wiederholt sich mit drei Paaren von Zangen.

Sobald die erste Röhre die Ziehbank verlassen hat, so ist die zweite, in dem Ofen befindliche schweisswarm; man bringt sie zur ersten Thür, und der Knabe ersetzt ihre Stelle durch eine andere. Bei einem solchen Verfahren erlangt eine Röhre den gehörigen Wärmegrad, den sie haben muss, während die beiden durch das Zieheisen gehen, und es giebt keine Unterbrechung während der Arbeit, welche mit Inbegriff des Heizers fortwährend 3 Arbeiter und 3 Knaben beschäftigt.

Bei der Fabrication von Röhren von 15—25 Millimeter innerm Durchmesser, gebraucht man ohngefähr 62 Secunden, um sie schweisswarm zu machen, und 31 Secunden, um sie drei Mal durch das Zieheisen gehen zu lassen; von dieser Zeit nimmt das Anhaken, das Zurückbringen in den Ofen und das Abhaken ohngefähr 13 Secunden hinweg.

Es ist unnütz zu bemerken, dass der Betrieb soviel, als möglich, beschleunigt werden muss; Geschicklichkeit und Thätigkeit tragen demnach viel zum guten Gelingen der Arbeit bei.

Das Geraderichten und das Anschneiden der Schraubengewinde. — Die zusammengeschweissten Röhren müssen auf ihrer ganzen Länge entweder mit dem weiter oben beschriebenen Apparate, oder indem man sie auf eine gusseiserne Platte legt und Hammerschläge darauf führt, gerade gerichtet werden.

Zum Anschneiden der Schraubengewinde wendet man kleine Drehbänke an, deren Spindel zur Aufnahme der Röhren hohl ist, an denen man schon vorher ein kleines mit Schrauben versehenes Futter anbringt, deren Köpfe die Spindel halten. Das Werkzeug ist so eingerichtet, dass sich die Röhre der Länge nach verschieben kann, und zwar, wie es das Ansteigen der Gewinde verlangt.

Die auf der Verlängerung der Spindel angebrachten Schneideisen werden durch einen doppelten Hebel angedrückt, den der Arbeiter mit der Hand führt, während er mit der andern den Griff des Hebels hält, mittelst dessen er nach Belieben die Richtung der rotirenden Bewegung der Drehbank verändert.

Die geraden Vereinigungsmuffen werden mit Röhrenenden gemacht und erhalten im Innern durch denselben Apparat Gewinde, indem man die Schneideisen mit Gewindebohrern ersetzt. Wenn die Muffen hinlänglich lange Gewinde erhalten haben, so befestigt man die Röhre mittelst einer Druckschraube an die Spindel der Drehbank und schneidet sie mit einem Drehstahle ab.

Die Verbindungsröhren mit mehrern Armen, oder die Muffen, welche zur Verminderung des Durchmessers dienen, werden gewöhnlich aus Gusseisen gemacht und auf die gewöhnliche Weise mit Gewinden versehen. Man findet auf der Taf. 71 eine Menge von Röhrenverbindungsstücken dargestellt.

Gewicht und Stärke der Röhren. — Wir theilen in der nachstehenden Tabelle das Gewicht, die Stärke und den gewöhnlichen Verkaufspreis von 50 bis 3 Millimeter Durchmesser mit.

Innerer Durchmesser der Röhren.	Eisenstärke der Röhren.	Gewicht von dem laufenden Meter.	Preis des laufenden Meters.	
			In England.	In Frankreich.
Millim.	Millim.	Kil.	Fr.	Fr.
50	6	10,50	8,50	12,00
38	5	6,00	3,80	6,00
32	4	4,15	3,80	5,00
25	4	2,60	2,30	4,25
19	4	2,25	1,65	3,50
13	3	1,50	1,50	3,00
10	3	"	1,35	2,50
6	"	"	1,30	2,25
3	"	"	1,30	2,00

In Deutschland und Frankreich hat die Röhrenfabrication noch keine grosse Ausdehnung erlangt, und obgleich ihr Gebrauch sehr vortheilhaft ist, so werden sie doch wegen ihres hohen Preises nur wenig benutzt. Hoffentlich wird man aber bald zugestehen müssen, dass sie bei vielen Gewerben von wesentlichem Nutzen sind, und dass sich der Preis in dem Maasse vermindern wird, als es der Verbrauch der Hütten gestattet, die Fabrication nach einem grössern Maassstabe und demnach auch wohlfeiler einzurichten. Man muss auch geschweisste Röhren von 10—15 Centimeter Durchmesser anfertigen; sie werden bei der Construction der Röhrenkessel von einem sehr zweckmässigen Gebrauche seyn.

Wir beendigen nun hier denjenigen Theil des Werks, der sich auf die eigentliche Eisenfabrication bezieht. Wir wollen nun zuvörderst von der Stahlfabrication und in den dann folgenden Capiteln von der allgemeinen Einrichtung der Eisenhütten reden.

Stahlfabrication *).

Die Natur des Stahls, die Uebereinstimmung desselben bald mit dem weissen Roheisen, bald mit dem geschmeidigen Stabeisen, sowie die Eigenschaften, durch welche

*) Nach Karsten.

derselbe von den genannten beiden Eisenarten abweicht, sind in dem ersten Abschnitte schon vollständig entwickelt. Es geht daraus auch hervor, dass es zwei Methoden geben kann, den Stahl darzustellen; die eine, dem Roheisen einen Theil seines Kohlegehaltes zu entziehen, die zweite, dem Stabeisen einen Kohlegehalt mitzutheilen. Den aus Roheisen dargestellten Stahl pflegt man Rohstahl oder Schmelzstahl und den durch das anhaltende Glühen des Stabeisens mit kohligen Stoffen erzeugten Stahl Cementstahl oder Brennstahl zu nennen. Beide erhalten durch mechanische Bearbeitung, welche jedoch nicht ohne Einfluss auf seine physicalischen Eigenschaften ist, die Namen Gerbstahl oder raffinirter Stahl. Dem durch das Umschmelzen des Rohstahls oder des Cementstahls erhaltenen Stahl hat man den Namen Gussstahl gegeben, um dadurch die Art seiner Entstehung anzudeuten. Durch das Umschmelzen wird der Stahl in einem höheren Grade gleichartig, als durch die blosse mechanische Bearbeitung unter den Streckwerken, wesshalb er im ungeschmolzenen Zustande die Eigenschaften des Stahls am Vollkommensten besitzt. Dies ist auch die Ursache, warum man den Gussstahl als eine besondere Art des Stahls betrachtet, obgleich seine Eigenschaften ganz von dem Stahle abhängig sind, der zu seiner Bereitung angewendet wird.

Die grosse Verschiedenheit des weichsten und des härtesten, des festesten und dehnbarsten und des mürbsten Stabeisens würde es rechtfertigen, wenn man auch verschiedene Stabeisensorten unterscheiden wollte. Dies ist aber weniger gebräuchlich und nur in wenigen Ländern weiss man die besseren und schlechteren Stabeisenarten durch eigenthümliche Bezeichnungen und Benennungen und durch verschiedene Preise strenge zu sondern. Bei'm Stahle ist es anders. Eine fast unzählbare Menge von Namen bezeichnen den härteren oder weicheren, den gleichartigern oder ungleichartigern Stahl, und nur die Benennungen: Rohstahl, Brennstahl und Gussstahl, lassen auf seine Entstehungsart schliessen. Wäre mit jeder Benennung zugleich die Bestimmung der Eigenschaften des Stahls, hinsichtlich seiner Härte, Stärke und Elasticität, verbunden, so würde nichts wünschenswerther seyn, als die Benennungen recht genau zu sondern und zu vermehren; dies ist aber nur sehr selten der Fall, und man hat daher mehrentheils nur das Gedächtniss mit Namen anzufüllen, welche jede Fabrik ihrem Stahle giebt, dessen Eigenschaften man erst durch Erfahrungen kennen lernen muss, ohne sich in den meisten Fällen darauf verlassen zu können, dass mit derselben Benennung auch immer dieselben Eigenschaften des Stahls verbunden sind.

So sorgfältig man bei dem Roh- und Cementstahle auch den Stahl sortiren und den härteren vom weicheren absondern wollte, so wenig würde diese Bemühung von Erfolg seyn, weil die Bereitungsart so unvollkommen ist, dass in einem und demselben Stücke Stahl oft der härteste und der weichste Stahl, ja wohl sogar harter Stahl und weiches Stabeisen, miteinander verbunden seyn können. Desshalb ist nur in wenigen Ländern der unbearbeitete Rohstahl, und noch seltener der unbearbeitete Cementstahl, ein Handelsartikel, sondern man unterwirft beide Stahlarten noch einer mechanischen Bearbeitung, um sie gleichartiger zu machen, und die härteren und weicheren Stellen genauer miteinander zu verbinden. Dies geschieht dadurch, dass man den Stahl zu möglichst dünnen Stäben ausreckt, und die härteren und weicheren Stäbe in möglichst gleichbleibenden, oder in solchen Verhältnissen, als die Eigenschaften des darzustellenden Stahls erfordern, zusammenschweisst. Man nennt diese Arbeit das Raffiniren oder Gerben, und weil sowohl der Roh- als Cementstahl der Arbeit des Raffinirens

unterworfen werden, so ist die Benennung Gerbstahl oder raffinirter Stahl ein allgemeiner Ausdruck, um die mit dem Stahle vorgenommene mechanische Bearbeitung zu bezeichnen, ohne auf die Bereitungsart des Stahls selbst dabei Rücksicht zu nehmen.

Je öfter die Operation des Raffinirens wiederholt wird, desto gleichartiger wird der Stahl, desto theurer muss er aber natürlich auch werden. Je gleichartiger der Roh- oder der Cementstahl von Natur waren, und je weniger ein wiederholtes Raffiniren nöthig ist, desto vorzüglicher ist der Stahl zu nennen, weil er desto weniger von seinen stahlartigen Eigenschaften verliert.

Der Gussstahl, welcher durch das völlige Flüssigwerden den vollkommensten Grad der Gleichartigkeit erlangen kann, bedarf des Raffinirens nicht.

Hatte schon bei der Stabeisenbereitung die Eigenschaft des Roheisens den wesentlichsten Einfluss auf die Beschaffenheit des darzustellenden Stabeisens, so ist dies bei der Stahlbereitung noch mehr der Fall. Die Fehler des Roheisens, sowie die daraus entspringende Mürbheit oder Brüchigkeit des Stabeisens, treten viel deutlicher und bestimmter hervor, wenn aus dem fehlerhaften Roh- oder Stabeisen Roh- oder Cementstahl bereitet werden sollen. Die Härte und Sprödigkeit, welche der Stahl durch die Kohle erhält, werden durch die Härte und Sprödigkeit, die durch die Beimischung fremdartiger Bestandtheile veranlasst werden, so erhöhet und vermehrt, dass der Stahl dadurch unbrauchbar und zu allen Anwendungen ungeschickt wird. Die Stahlbereitung kann daher nur aus solchem Roh- und Stabeisen gelingen, welches im höchsten Grade rein ist und ausser der Kohle sehr wenig fremdartige Bestandtheile enthält. Länder, welche nicht mit Eisenerzen versehen sind, die bei'm übersetzten Gange des Ofens noch gutes Eisen geben, müssen daher, um das Roheisen im tropfbar-flüssigen Zustande vor der Form niederschmelzen und dadurch die Oxydation der beigemischten fremdartigen Bestandtheile bewirken zu können, bei der Bereitung des Roh- oder Schmelzstahls nothwendig graues Roheisen von sehr leichtflüssiger Beschickung anwenden. Dadurch wird die Operation des Frischens aber sehr verzögert, weil das graue Roheisen, wegen der stärkern Hitze, die es zum Schmelzen erfordert, erst mühsam unter der Form in den Zustand des weissen Roheisens zurückgeführt werden muss, ehe auf die Verminderung des Kohlegehaltes hingearbeitet werden kann. Diese Umänderung des geschmolzenen grauen Roheisens in Roheisen, welches nach dem Erstarren weiss bleiben würde, kann nur dadurch geschehen, dass dem Roheisen Kohle entzogen wird, wodurch aber häufig zuviel geleistet und zuviel Kohle abgeschieden wird, so dass das Product, welches man endlich erhält, eher ein stahlartiges Stabeisen, als wirklicher Stahl genannt werden muss. Das graue Roheisen erfordert daher eine eigenthümliche Behandlung, gewandte und der Arbeit kundige Arbeiter, und eine grosse Aufmerksamkeit. Diese Schwierigkeiten haben mehrere Metallurgen zu der Meinung veranlasst, dass das graue Roheisen zur Stahlbereitung nicht anwendbar sey; die Art, wie die Kohle mit dem Eisen im grauen Roheisen, und wie sie mit diesem Metalle im weissen Roheisen und im Stahle verbunden ist, und das daraus entspringende sehr verschiedenartige Verhalten dieser Eisenarten in der Schmelzhitze reichen aber hin, die Erscheinungen bei dem Frischprocesse genügend zu erklären.

Noch mehr als der Frischprocess würde die Rohstahlbereitung abgekürzt und erleichtert werden, wenn dasjenige Roheisen, welches, wegen der Beschaffenheit der Erze, durchaus grau und vollkommen gar, jedoch stets bei einer leichtflüssigen Beschickung erblasen werden muss, nicht im Zustande des grauen Roheisens angewendet,

sondern durch vorhergehendes Umschmelzen in Heerden bei Holzkohlen weiss gemacht wird. Das Braten des weissen Eisens, so vortheilhaft es bei'm Verfrischen des Roheisens ist, um den Kohlegehalt desselben zu vermindern, würde bei der Stahlbereitung unterbleiben müssen, wenn dem Roheisen durch das Umschmelzen schon zu viel Kohle entzogen ist, weil sonst der Uebergang zu gefrischtem Eisen zu schnell erfolgen würde.

Weil das härteste und sprödeste weisse Roheisen, durch alle mögliche Grade der abnehmenden Härte und Sprödigkeit, bis in das weichste und dehnbarste Stabeisen übergehen kann, so sollte man meinen, es sey keine schwere Aufgabe, Stahl von allen möglichen Graden der Härte und Festigkeit darzustellen, weil nur die Quantität Kohle bekannt seyn dürfte, durch welche das Eisen diese oder jene Eigenschaft erhalte. Aber abgesehen, dass noch kein Mittel bekannt ist, den Kohlegehalt des Eisens mit der erforderlichen Genauigkeit auszumitteln, bleibt auch das Verfahren bei der Darstellung des Stahls selbst zu unvollkommen und muss zu sehr dem practisch geübten Auge und der Gewandtheit des Arbeiters überlassen werden, als dass es möglich wäre, die Grösse des Kohlegehaltes jedesmal zu bestimmen und genau zu treffen. Noch grösser wird diese Schwierigkeit durch den Umstand, dass es auch bei der vollkommensten Methode, bei dem passendsten Roheisen und bei dem einsichtsvollsten Arbeiter unmöglich ist, jedes Theilchen Roheisen gleich stark zu entkohlen, oder jedes Theilchen Stabeisen mit gleich viel Kohle zu verbinden. Je gleichartiger die Abscheidung der Kohle bei dem Roheisen, oder die Verbindung derselben mit dem Stabeisen erfolgt, desto vorzüglicher wird der Stahl ausfallen. Je mehr sich das Roheisen aber zur Stahlfabrication eignet, d. h., je weniger fremde Bestandtheile und je weniger Graphit es enthält, je weniger folglich auf die Absonderung dieser Bestandtheile durch die Gebläseluft hingewirkt werden darf, desto weniger ist auch die zu grosse Verminderung des Kohlegehaltes des Roheisens zu befürchten, und desto gleichartiger kann die Entkohlung erfolgen. Je mehr sich ferner das Stabeisen zur Stahlfabrication eignet, d. h. je gutartiger und härter es von Natur ist, desto gleichartiger kann die Aufnahme von Kohle stattfinden, weil das härtere Eisen eines geringeren Zuschusses von Kohle bedarf, als das weichere, um die Eigenschaften des Stahls zu erhalten. Die Ungleichartigkeit durch ein öfter wiederholtes Raffiniren oder Gerben wieder auszugleichen, ist ein um so gefährlicheres Mittel, je ungleichartiger der Stahl selbst ist, weil er durch die oft wiederholten Schweisshitzen immer mehr von seinen stahlartigen Eigenschaften verliert, und sich dem Stabeisen nähert.

Von der Härte des Roheisens ist die des Stahls sehr verschieden. Obgleich der Stahl im Allgemeinen eine grössere Härte besitzt, als das Stabeisen, so muss er doch im ungehärteten Zustande vollkommen dehnbar, geschmeidig und durchaus nicht so hart seyn, dass er nicht mit allen Werkzeugen bearbeitet werden könnte, mit denen man das Eisen zu behandeln pflegt. Stahl, welcher nach dem Glühen und freiwilligen langsamen Erkalten nicht geschmeidig, sondern zwar weich, aber dabei spröde ist, nähert sich mehr dem Roheisen, als dem Stahle; wogegen der Stahl, welcher nach dem Glühen und plötzlichen Ablöschen im Wasser nicht viel härter wird, mehr Stabeisen als Stahl seyn würde. Der verschiedene Gehalt an Kohle ist es, wodurch diese Eigenschaften des Stahls hervorgebracht werden. Uebrigens ist die Art der Verbindung der Kohle mit dem Eisen in dem nicht gehärteten und in dem gehärteten Stahle wesentlich verschieden. Der nicht gehärtete Stahl würde, wenn er keine Geschmeidigkeit besässe, nicht mehr Stahl, sondern Roheisen genannt werden müssen. Der ge-

härtete Stahl würde, wenn er keine grosse Härte durch das plötzliche Ablöschen erlangte, nicht mehr Stahl, sondern hartes Stabeisen seyn.

Die Quantität der Kohle bestimmt also den Grad der Härte des gehärteten, und den Grad der Geschmeidigkeit des nicht gehärteten Stahls im Allgemeinen; die Festigkeit und die Elasticität des gehärteten Stahls sind aber ausserdem noch von der Gleichartigkeit der Masse abhängig. Aus demselben Material lässt sich, durch verschiedene Behandlung, das reinste Stabeisen und der vollkommenste Stahl, aber auch ein Product darstellen, welches an einzelnen Stellen im höchsten Grade hart ist und dennoch nicht Elasticität und Festigkeit genug besitzt, um auf den Namen eines guten Stahls Anspruch machen zu können. Aller Stahl, der als ein zusammengeschweisstes Gemenge von härterem und weicherem Stahle, oder auch wohl von Stahl und von Stabeisen angesehen werden muss, kann hart seyn, ohne Festigkeit zu besitzen, oder er kann weich und doch zugleich an einzelnen Stellen wegen seiner Härte so spröde seyn, dass er, wenigstens in scharfen Spitzen, zum Ausbrechen geneigt ist. Alles Roheisen, welches viel vor dem Winde bearbeitet werden muss, und alles Stabeisen, welches sehr weich ist und daher einer stärkeren und anhaltenderen Hitze bei'm Cementiren mit Kohle unterworfen wird, welche niemals ganz gleichartig ausfallen kann, geben häufig einen harten und wenig elastischen, oder einen weichen und doch spröden Stahl, der durch öfteres Raffiniren zwar verbessert werden kann, aber dadurch zugleich immer weicher und weniger elastisch wird.

Von dem Einflusse des Mangan auf das Eisen ist schon früher geredet worden. Wenngleich die Möglichkeit nicht geläugnet werden kann, dass ein Mangangehalt des Stahls zur grösseren Härte und Elasticität desselben beiträgt: so ist zu dieser Annahme doch sehr wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden, und es scheint sogar wahrscheinlicher, dass die Wirkung eines Mangangehaltes des Eisens und Stahls sich nur darauf erstreckt, denselben keine ihrer Festigkeit nachtheiligen Eigenschaften mitzutheilen. In dem, aus sehr manganreichen Erzen erzeugten Stahle lassen sich oft kaum Spuren von Mangan auffinden, und manches weiche und geschmeidige Stabeisen enthält mehr Mangan, als der härteste und festeste Stahl, in welchem durch die Analyse kein Mangan aufgefunden wird. Den früher sehr allgemein verbreitet gewesenen Irrthum, dass sich aus den manganreichen Eisenerzen desshalb vorzugsweise leicht ein guter Rohstahl darstellen lasse, weil ein Theil des Mangans in den Stahl übergehe, hat die chemische Untersuchung der verschiedenen Stahlarten aufgedeckt, und eine genauere Prüfung des bei der Verarbeitung der Eisenerze eintretenden Erfolges hat gezeigt, dass man die Ursache mit der Wirkung verwechselt hat. Die manganreichen Eisenerze, besonders die reinen Spatheisensteine, gestatten, wegen der grossen Leichtflüssigkeit der Manganoxydulsilicate, eine leichte Scheidung des Eisens von der Schlacke und geben dadurch zur Entstehung eines sehr leichtflüssigen und zugleich sehr reinen Roheisens Veranlassung. Diese leichtflüssigen und dabei gutartigen Eisenerze lassen sich daher bei einem übersetzten Gange des Ofens verschmelzen und geben ein Roheisen, welches, wegen seiner Reinheit, aber nicht wegen des Mangangehaltes, welcher bei dem Rohstahlfrischprocesse wieder abgeschieden wird, zur Stahlbereitung vorzüglich geeignet ist. Auch selbst dann, wenn diese manganreichen Erze bei einem garen Gange des Ofens verschmolzen und auf Spiegeleisen oder gar auf graues Roheisen benutzt werden, reducirt sich, ausser dem Eisenoxydul, vorzugsweise nur das Manganoxydul aus der Schlacke und verbindet sich mit dem Roheisen, so dass man bei der weiteren

Verarbeitung desselben zu Rohstahl, den Siliciumgehalt des aus manganreichen Eisenerzen erzeugten Roheisens ungleich weniger zu befürchten hat, als bei dem Roheisen, welches aus weniger manganreichen Erzen gewonnen wird.

Die Güte des Stahls wird also nicht blos durch seine Härte, sondern auch durch seine Festigkeit und Elasticität bestimmt. Von einem Stahle, der viel Festigkeit und Elasticität besitzt, pflegt man zu sagen, dass er viel Stärke oder viel Körper habe, wogegen ein harter und dabei wenig fester und spröder Stahl wilder Stahl genannt zu werden pflegt. Das Mangan würde, wenn es überhaupt einen vortheilhaften Einfluss auf den Stahl haben sollte, demselben nur eine grössere Festigkeit, aber keine grössere Härte mittheilen können, weil es weiches Stabeisen giebt, welches nicht weniger Mangan enthält, als der geringe Rückhalt von diesem Metalle in manchem Stahle beträgt. Diese Zunahme der Festigkeit durch Mangan ist jedoch keinesweges erwiesen, indem sogar die härtesten und dabei festesten Stahlarten aus Steyermark und Kärnthen keine Spur von Mangan enthalten. Die Quantität der Kohle im Allgemeinen bestimmt die grössere und geringere Härte und Dehnbarkeit; von mehrern Stahlarten, welche gleiche Quantitäten Kohle enthalten, wird diejenige die festeste, dehnbarste und am Meisten elastische seyn, in welcher die Kohle am Gleichförmigsten vertheilt ist. Es kann Stahl geben, der sich in einzelnen Stücken sehr hart zeigt, aber dabei spröde und wenig elastisch ist, obgleich er im Ganzen nicht mehr Kohle enthält, als anderer Stahl, welcher in gleichem Grade hart ist und dabei Festigkeit und Elasticität besitzt. Die Art der Vertheilung der Kohle allein ist die Ursache dieser Verschiedenheiten, sie selbst aber ist von der Beschaffenheit des Eisens, welches zur Stahlbereitung angewendet wird, und von dem mehr oder weniger geschickten Verfahren bei der Stahlerzeugung abhängig. Durch das Raffiniren wird der Fehler vermindert, aber niemals gänzlich aufgehoben, wenn der zu raffinirende Stahl nicht schon an sich selbst möglichst gleichartig war.

Die Härte und die Stärke des Stahls können sehr verschieden seyn; denn obgleich ein zu harter Stahl immer auch zugleich sehr spröde ist, so kann ein härterer Stahl doch oft mehr Stärke besitzen, als ein weniger harter, und der Stahl ist der vollkommenste, der mit der grössten Härte die grösste Stärke verbindet. Dies kann nur dann der Fall seyn, wenn der Stahl vollkommen gleichartig, oder wenn die Kohle mit dem Eisen überall gleichförmig verbunden ist. Die gleichförmigste Verbindung wird aber bei'm Gussstahle stattfinden können, weil sich die ganze Masse in einem tropfbar flüssigen Zustande befand und dadurch eine allgemeine gleichförmige Verbindung bewirkt werden konnte, wenn der Stahl lange genug im Zustande der Flüssigkeit erhalten ward. Die Quantität der Kohle bestimmt daher, bei einem guten Gussstahle, unmittelbar seine Härte und die davon abgeleitete Sprödigkeit. Bei'm Rohstahle ist eine völlige Gleichartigkeit der Masse kaum möglich, und sie wird um so weniger erreicht, je weniger sich das Roheisen zur Stahlfabrication eignet. Deshalb wird die Güte des Rohstahls auch sehr verschieden ausfallen, und es wird Rohstahl geben können, der im vollkommensten Grade hart und stark ist, während sich ein anderer Rohstahl, bei demselben Kohlegehalte, aber bei einer ungleichartigen Beschaffenheit der Masse, nur hart und spröde verhält. Am Ungleichartigsten ist der Cementstahl, weil das Stabeisen nicht überall gleiche Quantitäten Kohle aufnehmen kann. Was der Cementstahl an Härte gewinnt, verliert er daher gewöhnlich an Stärke, wesshalb er auch vorzüglich zu solchen Gegenständen verarbeitet wird, von denen man eine grosse Härte,

aber keine bedeutende Stärke verlangt. Dazu pflegt er dann brauchbarer als der Rohstahl zu seyn.

Stahl, der zu allen Anwendungen gleich geschickt ist, würde im höchsten Grade hart und stark seyn müssen. Beide Eigenschaften lassen sich nicht miteinander vereinigen, weil mit einem hohen Grade von Härte immer ein gewisser Grad von Sprödigkeit verbunden ist. Man kann daher an keine Fabrik die Anforderung machen, dass sie aus einem und demselben Materiale Stahl bereiten soll, der sich zu jedem Gebrauche gleich gut eignet. Der Künstler und der Handwerker müssen die Eigenschaften angeben, welche sie von dem Stahle verlangen, und die Fabrik muss den Stahl nach seinen verschiedenen Eigenschaften sortiren. Unvortheilhaft wird die Fabrik betrieben werden, welche nicht Gelegenheit hat, einen Absatz für ihre verschiedenen Stahlsorten zu finden, weil es — wenigstens bei der Bereitung des Roh- und Cementstahls — unmöglich ist, jederzeit Stahl von einer und derselben Beschaffenheit, der nur zu einem Gebrauche vorzüglich anwendbar ist, darzustellen.

Guter Stahl muss vor dem Härten kalt und warm geschmeidig seyn, wie Stabeisen; auch kann man ihn eigentlich als hartes Stabeisen betrachten. Durch neues Glühen nach dem Härten muss der Stahl die Härte wieder verlieren und vollkommen geschmeidig werden, so dass er von der härtesten Stabeisensorte nicht zu unterscheiden ist. Guter Stahl erlangt also einen höheren Grad von Härte erst durch das Ablöschen im Wasser, oder durch das Härten, wodurch er sich vom brüchigen Eisen unterscheidet, welches durch das Härten zwar noch spröder, aber nicht härter wird, als es vorhin war.

Rinman hat ein gutes Unterscheidungskennzeichen des Stahls vom Eisen angegeben. Alles Eisen, sagt er, welches, rothglühend im kalten Wasser schnell abgelöscht, härter wird, als es vorher war, ist Stahl. Sprödigkeit und Härte sind daher wohl zu unterscheiden. Das weichste Stabeisen wird durch das Härten nicht härter, aber auch nicht spröde, wenn es nicht schon vor dem Härten spröde war. Alles Eisen, welches durch das Härten etwas härter wird, ist wirklich stahlartig und dadurch zu manchen Anwendungen nur um so geschickter. Je mehr der Kohlegehalt zunimmt, desto grösser wird die Härte nach dem Ablöschen, desto geringer darf aber auch der Grad der Hitze seyn, bei welchem der Stahl gehärtet werden muss. Je spröder der Stahl nach dem Härten wird, desto schlechter ist er. Die Ursachen der Sprödigkeit können entweder in der Beschaffenheit des Eisens, oder in der ungleichartigen Vertheilung der Kohle liegen. Im ersten Falle enthält das Eisen Bestandtheile, welche demselben schon vor dem Härten Sprödigkeit ertheilten, und dann ist aus dem Materiale niemals ein guter Stahl zu erhalten; im letzten Falle ist durch wiederholtes Raffiniren ein besserer Stahl zu erwarten, obgleich dadurch von der Härte leicht etwas verloren gehen kann. Der Stahl muss also der beste seyn, welcher bei dem geringsten Grade der Hitze in kaltem Wasser abgelöscht, die grösste Härte bekommt und vor und nach dem Härten die grösste Stärke und Elasticität behält.

Durch die bei'm Härten erlangte Härte wird auch der beste und in der angemessensten Glühhitze gehärtete Stahl einige Sprödigkeit erhalten, welche sich besonders bei sehr scharfen oder spitzigen Werkzeugen durch Ausbrechen der Schneiden und Spitzen zu erkennen geben würde. Diese Sprödigkeit muss durch neues Erwärmen, oder durch das sogenannte Anlassen oder Anlaufen, wieder weggeschafft werden. Je weicher der Stahl ist, ein desto geringerer Wärmegrad ist nöthig, um demselben die Sprödigkeit zu benehmen; je härter er ist, desto grösser muss der Wär-

megrad seyn. Aber auch alle die Stahlarbeiten, von denen man mehr Festigkeit und kräftigen Widerstand gegen die Stösse und Schläge einer von Aussen einwirkenden Kraft verlangt, müssen in einem stärkeren Wärmegrade anlaufen. Je härter der Stahl alsdann bleibt, ohne spröde zu seyn, für desto vorzüglicher ist er zu halten. Die natürliche und die von der Härte abgeleitete Sprödigkeit des Stahls sind daher wohl voneinander zu unterscheiden. Einem Stahle die durch Kohle, und nicht etwa durch Silicium, Phosphor u. s. f. herbeigeführte Sprödigkeit zu entziehen, ist sehr leicht, weil dazu nur ein Anlaufen in erhöheter Temperatur erforderlich ist; allein es setzt einen vorzüglich guten Stahl voraus, der unter diesen Umständen die gehörige Härte behalten soll. Das Anlaufen (Ablassen oder Anlassen) ist ein Rückzug zum weichen Zustande. Stahl, welcher nach dem Härten erhitzt wird, wird zuerst blassgelb, dann hochgelb, hierauf roth, braun, dunkelblau, hellblau und bläulichweiss, oder nach dem technischen Ausdrucke: wasserfarbig. Wenn Stücke von einerlei Stahl angelassen werden, so ist das blassgelbe am Härtesten und das wasserhelle am Weichsten. Jeder Stahl vermindert bei jedem Grade der Temperatur seine Härte. Stahlsorten müssen immer bei gleichen Anlaufgraden gegenseitig probirt werden. Bei dem höchsten Anlassen ist ein Stahl immer härter, als ein anderer.

Die Kennzeichen und das Verhalten des besten Stahls sind folgende:

1) Durch das Ablöschen in einer wässerigen Flüssigkeit nimmt er in einer dunkelrothen Rothglühhitze die grösste Härte an.
2) Er bekommt durch das Härten überall eine gleichförmige Härte und keine härteren und weicheren Stellen.
3) Er verliert bei dem höchsten Anlaufgrade am Wenigsten von seiner Härte.
4) Bei'm Schmieden lässt er sich am Besten schweissen, ohne Brüche und Risse zu erhalten; auch kann er die Schweisshitze am Längsten aushalten, also am Oeftersten raffinirt oder gegerbt werden, ohne bedeutend an seiner Härte zu verlieren.
5) Auf dem Bruche hat er das feinste und gleichste Korn und besitzt das grösste specifische Gewicht, ist folglich auch am Dichtesten und zu polirten Arbeiten am Besten zu gebrauchen, theils weil er die wenigsten ungleichen Stellen enthält, theils weil er den höchsten Grad der Politur annimmt.

Stahl, der diese Eigenschaften im vollkommensten Grade in sich vereinigt, ist der vorzüglichste; allein sehr selten kann eine Stahlsorte alle diese Anforderungen erfüllen. Kommt es nur darauf an, recht harten und des höchsten Grades der Politur fähigen Stahl zu erhalten, so wird man oft genöthigt seyn, auf die Schweissbarkeit zu verzichten und einen äusserst harten, dem Roheisen sich nähernden Gussstahl anzuwenden.

Die Farbe des Stahls darf nicht in's Bläuliche übergehen, indem ein bläuliches Farbenspiel auf eine eisenartige Beschaffenheit des Stahls hindeutet. Auf der Bruchfläche darf er nicht sehnig, sondern er muss stets körnig seyn. Der ungehärtete Stahl hat stets einen körnigen, matten Bruch, der durch das Härten etwas mehr Glanz erhält, indem die Farbe lichter wird, wogegen das Korn im höchsten Grade fein und für unbewaffnete Augen ganz unkenntlich werden muss. Korn und Farbe müssen möglichst gleichartig seyn; und ein Stahl von sonst bekannter Güte, der nach dem Härten ein grobkörniges Gefüge zeigt, ist in einer zu grossen Hitze gehärtet und hat dadurch seine Härte und seine Festigkeit grossentheils verloren. Durch das Härten muss der

Stahl auf der Oberfläche, insofern keine zu starke Hitze bei'm Härten angewendet ist, stellenweise rein und blank werden, wogegen sich das Stabeisen dadurch nicht ganz vom Glühspan befreien lässt, weil es sich nicht so stark in der Hitze ausdehnt, als der Stahl. Zwar kann der Stahl durch das Härten mit vollkommen reiner und blanker Oberfläche erscheinen; dann ist aber der Grad der Hitze für die Beschaffenheit des Stahls schon sehr gross gewesen. Durch oft wiederholtes Schweissen und Gerben wird jeder Stahl weicher und weicher und zuletzt in reines Stabeisen umgewandelt. Der Cementstahl leidet, in der Regel, keine so oft wiederholte Schweisshitze, als der Rohstahl. Es versteht sich von selbst, dass hier nur von den Schweisshitzen die Rede seyn kann, bei welchen sich der Zutritt der Luft niemals gänzlich abhalten lässt. Gäbe es ein Mittel, dies zu bewirken, so würde der Stahl von seiner Härte nichts verlieren, sondern nur um so vollkommener und gleichartiger werden, also eine um so grössere Festigkeit, Zähigkeit und Federkraft erhalten, je öfter das Raffiniren oder Gerben wiederholt wird.

Die Kenntniss von den Eigenschaften des Stahls und von der darauf begründeten Behandlung desselben in höheren Temperaturen ist eben so wichtig, als die Kenntniss von der Darstellung desselben. Ein unkundiger Arbeiter kann den besten Stahl verderben, oder versteht ihn wenigstens nicht so zu benutzen, als die Eigenschaften des Stahls es zulassen würden. Ein unterrichteter Künstler wird die Fehler des Stahls durch richtige Auswahl der Hitzgrade, in welchen das Härten vorgenommen wird, sowie durch Ausmittelung der zweckmässigsten Anlaufgrade, möglichst zu vermindern suchen. Fehlerhaft und einen unwissenden Arbeiter verrathend ist es, jede Stahlsorte auf gleiche Art zu behandeln.

Weil der Stahl nur als Stabeisen mit einem grösseren Gehalte an Kohle anzusehen ist, so ist es einleuchtend, dass sich fast auf demselben Wege und durch dieselben Verfahrungsarten, welche man bei der Stabeisenerzeugung anwendet, auch Schmelzstahl darstellen lassen wird. Häufig ist es sogar leichter, dem Eisen weniger Kohlenstoff zu entziehen, und es kommt nur auf die Windführung und auf die Bearbeitung des Eisens vor dem Windstrome an, ob man aus einem und demselben Materiale Stabeisen oder Stahl erzeugen will.

Man erzeugt den Stahl, ebenso wie das Stabeisen, entweder unmittelbar aus den Erzen, oder aus Roheisen. Letzteres geschieht bis jetzt noch in gewöhnlichen Frischheerden, indem es noch nicht hat gelingen wollen, das Roheisen in Flammöfen so zu behandeln, dass es nur einen Theil des Kohlenstoffs verliert. Ohne Zweifel liegt die Schwierigkeit darin, dass das Roheisen nicht gleichzeitig einen und denselben Grad der Gare erlangt, und dass sich das bis zu einem gewissen Graden entkohlte Eisen daher nicht vor der gänzlichen Entkohlung schützen lässt. Durch die Anwendung des Kohlenoxydgases als Brennmaterial bei den Puddlingöfen wird man wahrscheinlich am Ersten und Zuverlässigsten dahin gelangen, den Stahl aus Roheisen in den Flammöfen darzustellen.

I. Von der Schmelzstahlbereitung.

A. Unmittelbar aus den Erzen.

Die Schmelzstahlbereitung unmittelbar aus den Erzen geschieht, wie bei der Stabeisenbereitung, entweder in Stücköfen oder in Heerden. — Der Betrieb der Stück-

öfen zu diesem Zwecke hat jetzt ganz aufgehört. Früher musste man die erhaltenen Stücke jedesmal untersuchen, ob sie sich zu Stahl oder zu Stabeisen eignen würden. Bei dem Verfahren fand also mehr Zufall als absichtliches Bemühen statt. Die erhaltenen Stücke wurden zwischen einer Zange gefasst und in einem Frischheerde bis zur Schmelzhitze erhitzt. Wenn nach Beschaffenheit des Eisens mehr oder weniger abgeschmolzen war, so schmiedete man den in der Zange zurückgebliebenen, nicht geschmolzenen Klumpen zu Stahl aus; das eingeschmolzene und in den Heerd eingegangene Eisen ward aber, je nachdem es mehr oder weniger Kohle verloren hatte, als Stabeisen oder als Stahl benutzt, oder, wenn es sich in einem Mittelzustande zwischen beiden befand, noch einmal etwas in die Höhe gehoben, um sich vor der Form in Stabeisen umzuändern. Bei dieser unvollkommenen Methode der Stahlerzeugung liess sich also weder die Menge, noch die Beschaffenheit des Stahles, selbst bei den am Meisten dazu geeigneten Erzen, bestimmen.

Ebenso ist es jetzt nur noch wenig gebräuchlich, in den Luppenfeuern oder in den Rennheerden absichtlich Stahl zu erzeugen, indem man ihn häufig genug unabsichtlich bei jener Arbeit erhält. Bei der Beschreibung der französischen Rennarbeit ist bereits des Verfahrens gedacht, welches angewendet wird, wenn man statt des Stabeisens Stahl zu erhalten bemüht ist. Alle Mittel, welche dazu dienen können, dem Eisen nicht allen Kohlenstoff zu entziehen, müssen auch zur Stahlbereitung abzwecken. Der Zusatz von garer Schlacke und die zu starke Zuströmung von Wind, ohne dass sich das Eisen gleichzeitig mit glühenden Kohlen in unmittelbarer Berührung befindet, so dass der Windstrom mehr auf die Kohlen als auf das Eisen wirkt, müssen dabei möglichst vermieden werden.

Der Stahl, den man zufällig in den Rennheerden erhält und welcher, wenn er sich durch die röthliche Farbe zu erkennen giebt, aus dem Heerde gewonnen wird, wird Wolfsstahl genannt. Dieser Stahl ist gewöhnlich sehr eisenhaltig und nur zu gröberen Sachen anwendbar. Das aus den Blaseöfen erhaltene stahlartige Eisen, welches zuweilen eher Stahl als Stabeisen giebt, nennt man Blase- und Osmundstahl. Auch dieser Stahl ist ein sehr verschiedenartiges Gemenge von hartem und weichem Stahle und von Stabeisen.

B. Aus Roheisen.

Bei'm Verfrischen des Roheisens zu Stabeisen kommt es zuweilen vor, dass ein Theil des eingeschmolzenen und dem Windstrome am Meisten ausgesetzt gewesenen Eisens schon in den Zustand der Gare übergeht, wenn das übrige Eisen noch völlig roh ist. Die Suluschmiede gründet sich sogar auf das Verfahren, das eingeschmolzene Eisen theilweise gar zu machen. Häufig ist dies gare Eisen aber kein reines, sondern ein mehr oder weniger hartes Stabeisen, welches oft wirklicher, wenngleich sehr ungleichartiger Stahl ist. Die Frischer nehmen diese Stahlklumpen zuweilen aus dem Feuer, um sie zum Verstählen ihrer Geräthschaften anzuwenden. Man nennt diesen Stahl Luppstahl; er ist jedesmal ein Beweis von nicht gehöriger Aufmerksamkeit des Frischens. Es lässt sich zwar nicht immer vermeiden, dass nicht ein Theil Eisen früher anfangen sollte gar zu werden, als ein anderer; indess wird ein aufmerksamer Frischer dann bemüht seyn, das völlige Garwerden des ersteren zu verzögern. Der Luppstahl unterscheidet sich von dem garen Eisen im Heerde durch seine röthere Farbe, obgleich er sonst alle Zeichen des garen Eisens an sich trägt.

Der Luppstahl ist also nur ein zufälliges und eigentlich durch einen Fehler des Frischers entstandenes Product im Frischheerde. Will man aus Roheisen, welches noch viel Kohle enthält, also entweder aus Spiegeleisen, oder aus dem bei einer leichtflüssigen Beschickung erblasenen grauen Roheisen, folglich überhaupt aus demjenigen Roheisen, welches bei der Verarbeitung in den Frischheerden nothwendig erst in den tropfbar flüssigen Zustand gebracht werden muss, ehe die Abscheidung der Kohle stattfinden kann, — will man also aus solchem Roheisen absichtlich Stahl und nicht Stabeisen erzeugen, so ändert man die Operation im Frischheerde im Allgemeinen dahin ab:

dass man das Garwerden des Roheisens durch eine langsame Behandlung unter dem Winde zu bewirken sucht, statt dass das Roheisen bei'm Frischprocesse stets vor oder über dem Winde gehalten werden muss.

Dies ist der Hauptunterschied bei'm Verfrischen des rohschmelzenden Roheisens zu Stahl oder zu Stabeisen. Durch die langsame Behandlung unter dem Winde soll der Kohlenstoff im Eisen nach und nach verbrennen, und man muss den Verbrennungsprocess in demselben Augenblicke aufhören lassen, wenn der Stahl die Gare erhalten hat, welches nur durch Erfahrung und Uebung erkannt werden kann. Bei der Stabeisenerzeugung würde das Frischen unter dem Winde zu langsam zum Zwecke führen und die völlige Abscheidung der Kohle kaum bewirken. Desshalb muss der Wind das halbflüssige Eisen bei der Stabeisenbereitung unmittelbar ergreifen können, oder das Eisen muss im fast gefrischten Zustande noch einmal vor der Form und vor dem Windstrome niedergeschmolzen werden.

Wesentlich von dieser Schmelzstahlbereitung aus rohschmelzendem Roheisen ist die Verfahrungsart verschieden, welche bei dem garschmelzenden weissen, seines Kohlegehaltes schon zum grossen Theil beraubten Roheisen angewendet wird. Dieses Roheisen gelangt nicht mehr in den flüssigen Zustand, sondern der Uebergang desselben in Stahl wird nur durch das Cementiren der halb geschmolzenen Roheisenmassen über dem Winde bewirkt, und es muss daher als ein schon fertiger Stahl auf den Boden des Stahlfrischheerdes niedergehen. Zwischen der Schmelzstahlbereitung aus solchem garschmelzenden Roheisen und zwischen der Stabeisenfrischerei nach der Steyerschen Einmalschmelzarbeit findet auch in der That kein Unterschied statt, und die Beschaffenheit des dargestellten Products richtet sich ganz allein, theils nach dem grösseren oder geringeren Kohlegehalte des weissen Roheisens, theils nach der Stärke des Windes, welcher bei'm Niederschmelzen angewendet wird. Zur Stabeisenbereitung wendet man Roheisen an, welches schon mehr Kohle verloren hat (luckiges Floss, oder gebratenes Scheibeneisen); zur Stahlbereitung treibt man die Vorbereitung des Roheisens nicht so weit, indem das Roseisen aus den luckigen schon in blumige (faserige) Flossen übergehen muss. Schmelzt man mit schwächerem Winde ein, so erhält man aus demselben Material ein stabeisenartiges Product, welches bei stärkerem Winde einen guten Rohstahl giebt, weil im letztern Falle die Entkohlung über dem Winde nicht so vollständig erfolgen kann.

Weil das zu Stahl zu verfrischende Roheisen, man mag sich des rohschmelzenden, oder des garschmelzenden bedienen, nicht aufgebrochen und nicht vor den Windstrom gebracht wird, so muss man das Garwerden des rohschmelzenden Roheisens durch den Feuerbau zu bewirken suchen; denn bei dem garschmelzenden Roheisen kommt es vorzüglich nur darauf an, dasselbe so lange, als es nöthig ist, über dem

Winde zu erhalten. Man wendet daher ein flaches Feuer an und giebt dem Winde um so mehr Neigung, jemehr das Roheisen zum Rohgange geneigt ist, weil eine geneigte Form bekanntlich bei'm Einschmelzen zwar einen roheren, aber bei'm Frischen einen gareren Gang verursacht, als ein flach geführter Windstrom. Bei den Rohstahlfeuern, die rohschmelzendes Roheisen verarbeiten, richtet sich das Windquantum nach dem Gange der Arbeit. Bei einem garen Gange frischt man das Roheisen schnell, wesshalb ein starker Windstrom anzuwenden ist; bei einem rohen Gange kann das Roheisen nur langsam zum Gerinnen (zum Stahlwerden) gebracht werden, und daher muss der Wind schwach seyn, damit sich das flüssige Eisen nicht zu weit ausbreite und die Ränder der Luppe (des Schreies) roh lasse. Zu gewissen Zeitperioden ist es auch nothwendig, einen scharfen Wind anzuwenden, um das Roheisen nicht schon bei'm Niederschmelzen halb gefrischt eingehen zu lassen, und das gar gewordene Roheisen wieder in einen recht flüssigen Zustand versetzen zu können, damit die Vertheilung der Kohle in der ganzen Masse möglichst gleichförmig erfolge. Wenn das Roheisen bei einem matten Winde halb gefrischt und halb flüssig eingeschmolzen wird, so würde keine gleichförmige Vertheilung der Kohle stattfinden können.

Je mehr das Roheisen dagegen, durch Cementiren mit atmosphärischer Luft im halbgeschmolzenen Zustande, zum Frischen geneigt ist, desto schneller wird auch der Uebergang in Stahl erfolgen. Solches Eisen muss dann besonders schnell und hitzig eingeschmolzen und, mit Vermeidung aller Zusätze von garer Schlacke, zur Gare gebracht werden. Oft ist es sogar nothwendig, quarzige Zuschläge (Sand oder Lehm) anzuwenden, um eine dünnflüssige Schlacke zu erhalten, die das zu schnelle Garwerden verhindert. Der Wind wird dabei ganz flach geführt, damit er auf die niedergegangene Stahlmasse nicht mehr wirken könne. Das luckige Roheisen, oder das unmittelbar grell erblasene weisse Roheisen, erfordert solche Behandlung, obgleich es dennoch häufig bei'm Niederschmelzen keinen Stahl, sondern Stabeisen giebt. Desshalb wendet man ein so stark entkohltes Roheisen auch nicht zur Stahlbereitung an, sondern bedient sich vorzugsweise dazu des Roheisens, welches mehr Kohle enthält, wie das luckige, und weniger, als das blumige Floss. Bei der Anwendung des dünnflüssigen Spiegelflosses und des grauen Roheisens ist das erste Bemühen dahin zu richten, das eingeschmolzene Roheisen zu verdicken, d. h., es in den Zustand zu versetzen, dass es bei abnehmender Temperatur nicht wieder zu grauem Roheisen erstarrt, sondern eine breiartige Masse bildet, welche sich bei dem wirklich erfolgenden theilweisen Erstarren in weisses Roheisen umändert. Diese Umänderung kann durch den Windstrom nicht bewirkt werden, weil sich das Eisen verschlacken würde. Es ist daher nothwendig, entweder garende Zuschläge anzuwenden, oder die Temperatur durch Zusatz von Stabeisen oder von schon fertigem Stahle zu erniedrigen. Das letzte Mittel, welches auf einigen Hütten theilweise angewendet wird, giebt einen ungleichartigen Stahl. Desshalb bedient man sich, in der Regel, der garenden Zuschläge, welche bei einem dünnflüssigen, nämlich bei dem grauen Roheisen, sehr oft eine angestrengte Arbeit herbeiführen, indem das flüssige Eisen unaufhörlich mit den garen Zuschlägen umgerührt und vor dem stark geneigten Winde zum Kochen gebracht werden muss; eine Arbeit, welche schon bei der Anwendung des Spiegelflosses in einem geringen Grade vorkommt, und mit welcher der Stahlschmied, welcher nur das garschmelzende weisse Roheisen niedergehen lassen darf, gar nicht belästigt wird.

Diese vorläufigen Bemerkungen werden genügen, um die, bei den hier folgenden Beschreibungen des Rohstahlerzeugungsprocesses vorkommenden Erscheinungen zu erklären.

In Westphalen und Schlesien, wo man graues, rohschmelzendes Roheisen zur Rohstahlbereitung anwendet, sind folgender Feuerbau und Verfahrungsart üblich:

Das Rohstahlfeuer, welches durch die Zeichnungen auf Taf. 72, Fig. 1—4 dargestellt ist, unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Frischfeuer für die deutsche Frischschmiede wesentlich durchaus nicht.

Die Breite des Heerdes vom Form- zum Gichtzacken (Widerblase) beträgt 34 Zoll.

Die Länge desselben vom Hinterzacken bis zur Vorheerdplatte 30 Zoll

Die Tiefe des Heerdes, vom Boden bis an den Wind, ist 5 bis 6 Zoll.

Der Formzacken hängt 8 bis 12 Grad in's Feuer, und die Form ragt 4 Zoll über den Formzacken in's Feuer hervor.

Die Entfernung vom Hinterzacken bis an den Wind ist 10 Zoll.

Der Boden ist aus Sandstein (oder aus Grauwacke), gewöhnlich aus vier einzelnen 2 bis 2½ Zoll dicken Stücken dicht zusammengesetzt, welche im Mittelpuncte, wo sie zusammenstossen, um ½ Zoll tiefer liegen, als an den Rändern.

Der Hinter- und der Formzacken haben gleiche Höhe; Gicht und Vorheerd sind aber (umgekehrt, wie bei den Frischfeuern) 8 bis 10 Zoll höher, je nachdem die Kohlen besser oder schlechter sind, indem die letzteren ein tieferes Feuer nöthig machen.

Der Gichtzacken neigt sich 2 bis 3 Grad aus dem Feuer, um die Luppe (den Schrei) besser ausbrechen zu können. Auf diesem Zacken befindet sich noch eine Platte, welche, 3 bis 4 Zoll über den Zacken hervorragend, in's Feuer gelegt wird; theils damit das Feuer geschlossener sey, theils damit sich die von Zeit zu Zeit aufzuschüttenden Kohlen nicht so fest vor der Gicht setzen, sondern schon entzündet in das Feuer eingehen können.

Der Form (welche gewöhnlich 1¼ Zoll breit und ½ Zoll hoch ist) giebt man 10 bis 12 Grad Neigung unter der Horizontalebene.

Gichtzacken und Vorheerd werden bei'm Angang der Arbeit mit Lösche umstellt, und das ganze Feuer wird mit Lösche geschlossen.

Das zu verarbeitende Roheisen (Stahlkuchen) ist mit solchen Einkerbungen abgegossen, dass der Stahlschmied nach Umständen Stücke von 20 bis 40 Pfund schwer leicht abschlagen kann.

Von der Güte des Sandsteins, der zum Boden genommen wird, hängt viel ab. Er darf nicht zu grobkörnig und nicht zu sehr zum Springen geneigt seyn. Vorzüglich gute Steine halten 8 bis 10 Schreie aus; viele springen schon bei der ersten Luppe. Man muss zufrieden seyn, wenn der Boden im Durchschnitt zu 6 bis 8 Luppen gebraucht werden kann. Ein Boden von Gusseisen würde anschweissen und sich ausarbeiten; ihn durch ein festgestampftes Feuer von Lösche zu sichern, ist wegen des unaufhörlichen Rührens im Heerde mit der Brechstange unthunlich.

Bei'm Anfange der Arbeit setzt man mit dem ersten einzuschmelzenden Roheisenstück (Heitze) etwas Hammerschlag an, um einige Schlacke auf dem Sandsteinboden zu bekommen. Die Heitzen müssen sich alle zuerst bei der Gicht anwärmen und werden dann einzeln nach und nach so in's Feuer gebracht, dass sie am Gichtzacken senkrecht stehen. Die Schirbel von der vorigen Luppe liegen auf der Lösche

des Hinterzackens, um sich dort anzuwärmen und um die Lösche festzudrücken. Von den angewärmten Schirbeln wird einer nach dem andern mit der Schaufel hervorgezogen und auf die Form gelegt, damit er die gehörige Hitze zum Ausschmieden erhalte. Das erste senkrecht bei der Widerblase angesetzte Stück Roheisen schmilzt nach und nach von selbst in den Heerd, weil der Wind sehr tief geht und die Kohlen hohl bläs't. Sollte es nicht einrücken wollen, so hilft man mit einer kleinen Brechstange nach und rückt es etwas schief, mehr gegen die Form hin. Bei'm Einschmelzen muss das Geblässe schnell gehen, damit das Eisen ganz flüssig in den Heerd komme. Fühlt man mit der Brechstange, dass es sich im vollkommen flüssigen Zustande befindet, so lässt man das Gebläse langsamer wechseln; es muss etwas Hammerschlag aufgestreut und die Masse mit einer kleinen Brechstange umgerührt werden. Ist das Umrühren einige Zeit fortgesetzt, so wird die Masse breiartig und erhält einige Zähigkeit, worauf dann sogleich das zweite Stück Roheisen, welches während jenes Processes auf der Widerblase lag und rothglühend geworden ist, sowie das erste, senkrecht bei'm Gichtzacken angesetzt und bei einem stärkern Gebläsewechsel eingeschmolzen wird. Dies zweite Stück kann schon etwas schwerer seyn und einige 30 Pfund wiegen, wogegen das erste gewöhnlich nur 24 bis 25 Pfund wiegen darf. Sowie das zweite Stück schmilzt, muss das erste, welches schon breiartig geworden ist, wieder ganz flüssig werden. Sollte es sehr roh gehen, so wird wohl etwas Hammerschlag zugesetzt, welches aber möglichst vermieden werden muss. Nach dem erfolgten Einschmelzen des zweiten lässt man das Gebläse wieder langsamer gehen, um die Masse wieder mehr breiartig zu machen, wie bei'm ersten Stücke. Das im Heerde befindliche Eisen muss sich zuletzt wie ein steifer Teig anfühlen lassen. Wäre die Masse schon so gar geworden, dass sie sich hart anfühlen liesse, so würde sie den Boden angreifen, wesshalb man dies vermeiden muss. Hierauf folgt das dritte, einige 40 bis 50 Pfund schwere Stück, welches gerade wie das vorige auf der Widerblase lag. Es wird unter einem sehr starken Gebläsewechsel eingeschmolzen, um die ganze Masse wieder flüssig zu machen. Wenn das Einschmelzen beendigt ist, streut man allenfalls etwas Hammerschlag in den Heerd, rührt die Masse dabei stark um, und lässt das Gebläse etwas, obgleich nicht viel, langsamer gehen. Sobald man nun mit der Brechstange fühlt, dass sich die Masse auf dem Boden ansetzt, geschmeidig wird, und dass sich gare Schlacke an der Brechstange festsetzt, lässt man das Gebläse ausserordentlich schnell gehen, und rührt unter diesem schnellen Gebläsewechsel möglichst stark im Heerde, damit ein heftiges Kochen entstehe, wodurch die Masse garer wird und die Kohlen sogar gehoben werden. Wenn dies Rühren einige Zeit fortgesetzt ist, so setzt sich das Eisen endlich, weil der Wind sehr tief geht, auf dem ganzen Boden als ein Kuchen, den man so gar werden lässt, dass man ihn mit der Brechstange nicht mehr durchstechen kann, sondern dass er sich ganz fest anfühlen lässt. Alsdann setzt man das vierte, einige 30 Pfund schwere Stück ebenso wie das andere ein, nur etwas mehr in die Mitte des Kuchens, so dass der Rand desselben verschont bleibt, aber die Mitte durch das einzuschmelzende Stück angegriffen wird, welches den Kuchen hier bis auf den Boden durchfrisst. Das Gebläse, welches bei'm Einschmelzen stark wechselte, muss nun etwas langsamer gehen, wobei man mit der Brechstange in der Mitte des Kuchens rührt, um die Masse, welche wieder aufkocht, gar zu machen. Mit dem Umrühren wird so lange fortgefahren, bis sich das Eisen gesetzt hat. Auf dieselbe Art verfährt man mit dem fünften, ebenfalls einige 30 Pfund schweren Stück, welches sich

ebenfalls durch die Mitte des Kuchens durchfressen muss. Oft wird noch ein solches Stück eingeschmolzen, wobei das Verfahren dasselbe ist. Das letzte Stück muss sehr stark unter schnellem Gebläsewechsel gerührt werden, damit der ganze Schrei eben wird und in der Mitte nicht etwa ein Loch erhält. Merkt man dies, so muss das Gebläse etwas langsamer gehen.

Wenn der Stahl in diesem Zustande der Wirkung der Gebläseluft zu lange ausgesetzt bleibt, so bekommt er eine Eisenhaut, wesshalb das Gebläse zur gehörigen Zeit eingestellt werden muss. Dieser Zeitpunct lässt sich theils durch die Art, wie sich die Masse anfühlen lässt, bestimmen, indem dieselbe dann ganz hart wird; theils dadurch, dass sich an der Brechstange eine gare Eisenschaale (ein kleiner weisser Vogel) ansetzt.

Nach dem Einstellen des Gebläses wird die Lösche von dem Kuchen mit einer Kratze in die Esse zurückgeschoben, und man lässt die Luppe einige Zeit stehen, damit sie sich etwas abkühle und nichts auf dem Boden hängen bleibe. Alsdann steckt man durch das Schlackenloch, zwischen dem Sandsteinboden und dem Schrei, eine Brechstange, welche man mit Hammerschlägen hineintreibt, und durch dieselbe die Luppe, die sich überall an den Zacken angelegt hat, in die Höhe hebt und aus dem Feuer nimmt.

Der ausgebrochene Schrei wird unter den Hammer gebracht und in 6, 7 oder 8 Stücken zerhauen. Weil der Schrei auswendig immer roher ist, als in der Mitte, welches nicht allein von der unmittelbaren Einwirkung der glühenden Kohlen auf das von aller Schlacke entblösste Eisen herrührt, indem die Schlacke fortwährend abgelassen wird, sondern auch daher, weil der Windstrom die Ränder der Luppe weniger bestreichen kann; so werden die Schirbel in Gestalt von Pyramiden, deren Spitzen sich im Mittelpuncte des Schreies vereinigen, ausgehauen. Die Schirbel vom vorigen Schrei, welche während des Einschmelzens ausgeschmiedet werden, erhalten gewöhnlich die Dimensionen von 1¼zölligen Quadratstäben, welche in dieser Gestalt an die Raffinirhütte abgeliefert werden. Weil der zu raffinirende Stahl aber möglichst flach seyn muss, so würde es zu einer grossen Zeit- und Materialersparung gereichen und auch für die Güte des Stahls selbst sehr zuträglich seyn, wenn der Rohstahl sogleich eine andere, nämlich eine flache Form der Stäbe erhielte.

Der Kohlenaufwand bei der Rohstahlfabrication ist sehr bedeutend, er beträgt auf den preuss. Centner Rohstahl, bei sehr grauem Roheisen, oft 40 Cubikfuss preuss. Holzkohlen. Der Abgang oder der Verbrand an Roheisen zu Rohstahl ist nach der Beschaffenheit des Eisens und nach der Geschicklichkeit des Arbeiters verschieden. Sehr häufig kann man zufrieden seyn, wenn aus 3 Centr. Roheisen 2 Centr. Rohstahl erfolgen. Bei besserem Eisen sollen aus 7 Centr. Roheisen 5 Centr. Rohstahl, und bei sehr gutem Roheisen aus 4 Centr. 3 Centr. Rohstahl dargestellt werden.

Wenn die Arbeit gut geht, können in einer Woche aus einem Feuer 25 Centr. Rohstahl geliefert werden.

Die Besetzung im Rohstahlfeuer besteht aus einem Meister, einem Vorschmied und einem Gehülfen, weil die Arbeit nicht ununterbrochen fortgehen kann.

In der Grafschaft Mark wird auf einigen Hütten, nach dem Garmachen des dritten Stückes, und wenn das vierte angesetzt und eingeschmolzen ist, altes Schmiedeeisen mit in den Heerd gebracht, wodurch sich der Stahl natürlich früher zur Gare neigt. Dies Ansetzen des alten Schmiedeeisens (garen Schraats) wird bei'm Einschmel-

zen des fünften und sechsten Roheisenstücks wiederholt, so dass häufig bei einem Schrei zu $\frac{2}{3}$ Rohstahleisen $\frac{1}{3}$ altes Schmiedeeisen verwendet wird. Man belegt diese Rohstahlfabrication dort mit dem besondern Namen Schraatschmiederei. Es ist schon vorher erwähnt, dass dies Verfahren eine sehr sorgfältige Arbeit erfordert, damit der Stahl nicht sehr ungleichartig ausfalle.

Das eben angegebene Verfahren bei der Rohstahlfabrication aus grauem Roheisen ist im ganzen nördlichen Deutschland, sowie auch in Schweden, mit mehr oder weniger unbedeutenden Modificationen gebräuchlich. Im westlichen Deutschland, vorzüglich im Fürstenthume Siegen und auf einigen Hüttenwerken in Schweden und in Frankreich, wo man das leichtflüssige, reine oder schon in das graue Roheisen übergehende Spiegeleisen zur Stahlfabrication anwendet, ist die Verfahrungsart im Allgemeinen zwar mit der eben beschriebenen übereinstimmend, aber es finden einige Abänderungen statt, welche ihren Grund in dem etwas verschiedenen Verhalten des Spiegeleisens und des bei einer leichtflüssigen Beschickung erblasenen vollständig grauen Roheisens haben. Auf allen Werken, welche sich des Spiegeleisens zur Stahlbereitung bedienen, ist das Verfahren in der Hauptsache folgendes:

Die Stahlfeuer sind aus eisernen Frischzacken zusammengesetzt und haben einen Boden von Grauwackensandstein. Der Form, welche bald von Kupfer, bald von geschmiedetem Eisen angefertigt ist, giebt man entweder eine starke Neigung in den Heerd, oder, wenn sie diese nicht bekommt, so theilt man dem Formzacken eine so starke Neigung zu, dass er sich unter einem Winkel von 20 bis 25 Graden in den Heerd neigt. Bei solchem Feuerbau reicht die Form 4 Zoll in den Heerd und befindet sich in einer Entfernung von 5 bis 6 Zollen von dem Boden. Ein zum Garen leichter geneigtes, schon in blumiges Floss übergehendes Eisen erfordert auch hier einen flacheren Wind, als ein rohschmelzendes und reines Spiegeleisen. Der Gicht- und Hinterzacken neigen sich häufig aus dem Heerde, um das Aufbrechen der Luppe zu erleichtern.

Ehe die Arbeit in einem frisch gebauten Feuer beginnt, wird der ganze Heerd mit Kohlen gut abgewärmt. Zu jedem Schrei, oder zu jeder Luppe, werden 3 bis $3\frac{1}{2}$ Centr. Roheisen in 6 bis 7 Heitzen eingeschmolzen. Die erste Heitze wiegt etwa 30 Pfund. Das Eisen wird auf der Windseite des Heerdes unmittelbar vor den Wind gesetzt und das Gebläse langsam angelassen. Bei dieser ersten Heitze werden gleich garende Zuschläge, vorzüglich Abfälle vom Hammer, mit angesetzt. Ist die Masse eingeschmolzen, so verstärkt man das Gebläse, um das Eisen in einen ganz dünnen Fluss zu bringen und vor dem Winde aufkochen zu lassen. Ist die Schlacke zu dick, so schlägt man Quarz, Lehm oder Sand zu, um die eingeschmolzene Masse in einem so dünnen Flusse zu erhalten, dass sie durch den Windstrom, dessen Wirkungen durch das Arbeiten mit dem Heerdspiesse unterstützt werden, in eine wallende Bewegung geräth. Nachdem die Masse im Heerde vollkommen flüssig geworden ist, schwächt man das Gebläse, damit sich das Eisen setzen und verdicken könne. Tritt eine solche Umänderung der Consistenz nicht bald ein, so muss die rohe Schlacke über dem Eisen abgelassen und durch gare ersetzt werden. Das Hineinbringen kleiner Stücke von Rohstahl oder von geschmiedetem Eisen, um das Eisen dadurch zu verdicken, vermeidet man gern und schreitet nur im äussersten Nothfalle dazu. Tritt der entgegengesetzte Fall ein, erhärtet die Masse nämlich, ohne garer geworden zu seyn, so bleibt nichts übrig, als die folgende Heitze unter starkem Gebläsewechsel einzuschmelzen, um

dadurch die Masse flüssig zu machen. Vorher muss aber die rohe Schlacke ganz abgestochen und durch gare ersetzt werden. Ein solcher kalter Gang kommt indess seltener vor, als der hitzige, rohe Gang, bei welchem sich das Eisen nicht verdicken will und durch widerholte garende Zuschläge, nachdem die rohe Schlacke vorher abgelassen worden, dazu gebracht werden muss.

Sobald die erste Heitze zum Gerinnen gebracht ist und sich mit dem Heerdspiesse breiartig anfühlen lässt, wird die zweite, an der Gicht vorher angewärmte Heitze sogleich nachgesetzt. Geschieht dies Nachsetzen zu früh, so bleibt die Masse zu roh, und es ist dann viel Zeit erforderlich, um diese zweite Heitze zum Verdicken zu bringen. Säumt man zu lange mit dem Nachsetzen, so wird das Eisen zu gar, wobei auch die zweite Heitze zu schnell sich verdickt, schlechten Stahl giebt und, in der Regel, den Boden des Heerdes stark angreift.

Die zweite Heitze wiegt, sowie die dritte und vierte, etwa 70 bis 80 Pfund. Bei einem regelmässigen Gange der Arbeit wird unmittelbar vor dem Einsetzen der neuen Heitze, also nach dem erfolgten Garwerden der vorhergehenden, die rohe Schlacke abgelassen, damit der Wind bei'm Einschmelzen der neuen Heitze schneller auf dieselbe wirken und sie in Fluss bringen könne. Die zweite Heitze muss die im Heerde befindliche Masse wieder so vollkommen dünnflüssig machen, dass man sie mit dem Spiesse nicht mehr fühlen kann. Einzelne, noch starr gebliebene Brocken werden vor den Windstrom gebracht, um sie in Fluss zu bringen. Man nennt diese Arbeit den Heerd reinigen, oder f e g e n. Die Schlacke muss dabei ganz dünn gehalten werden und das Gebläse stark wechseln. Das Garblasen geschieht ebenso wie bei der ersten Heitze, nur wird die Masse schon früher etwas dichter.

Bei der dritten und vierten Heitze ist das Verfahren ganz dasselbe. Das jedesmalige Zurückführen der im Heerde befindlichen Masse in den flüssigen Zustand ist sehr nothwendig, damit der Stahl eine durchaus gleichartige Beschaffenheit erhalte. Die vierte Heitze wird schon so gar geblasen, dass sich, wenn der Zeitpunct des Garwerdens eingetreten ist, die gefrischte Masse an den Heerdspiess ansetzt und eine Schaale (Vogel) bildet. Dies Verhalten der gefrischten Masse sieht man als die Probe an, woran die eingetretene Gare erkannt wird. Ehe die vierte Heitze diesen Punct der Gare erreicht hat, lässt der Arbeiter das Feuer f l a m m e n, d. h., er sticht die Schlacke rein ab und bringt bloss durch den starken Windstrom ein schnelles Kochen der ganzen Masse hervor, deren Oberfläche nur bloss mit glühenden Kohlen in Berührung ist. Durch dies Verfahren soll die Entstehung einer Eisenhaut auf der Oberfläche der grösstentheils schon gebildeten Luppe, indem diese Oberfläche bei der folgenden Arbeit nicht wieder erweicht wird, verhindert werden.

Der fünften, sechsten und siebenten Heitze giebt man ein abnehmend geringeres Gewicht. Die Luppe wird dadurch nur in der Mitte erweicht und gelangt schnell zur Gare, wesshalb das Gebläse stark wechseln und die Schlacke häufig abgelassen werden muss. Es entsteht dabei häufig ein so starkes Aufkochen, dass die im Heerde befindliche Masse über die Form gehoben wird. Das Aufkochen ist eine Folge der Einwirkung des durch die Gebläseluft oxydirten Eisens auf die im Eisen befindliche Kohle, wesssalb die Luppe auch in der Mitte immer eisenartiger ausfällt und einen geringern Kohlegehalt hat, als in der Nähe der Oberfläche. Desshalb zeigen sich auch bei den ausgereckten Stahlstäben immer wenigstens zwei Stahlsorten: eine bessere, von dem äusseren Umkreise und eine schlechtere, aus dem mittleren Theile der Luppe.

Das Verfahren bei der Rohstahlbereitung aus Spiegeleisen ist also von demjenigen, bei welchem man graues Roheisen anwendet, fast gar nicht verschieden. Nur das Verhalten des Spiegeleisens, bei einem geringern Grade der Temperatur in Fluss zu kommen und sich ungleich schneller zu verdicken, macht bei der Anwendung des Spiegeleisens eine grosse Beschleunigung des Processes möglich und verursacht zugleich, dass der Stahl gleichartiger ausfällt. Das graue Roheisen erfordert eine sehr lange und schwierige Behandlung im Feuer, wobei es sich oft kaum vermeiden lässt, dass ein Theil des Eisens bei'm Verdicken zuviel Kohle verliert, während ein anderer Theil noch sehr roh geblieben ist.

Im Siegenschen werden die bei'm Stahlfrischen aus Spiegeleisen erhaltenen ausgeschmiedeten Stäbe noch rothglühend in fliessendes kaltes Wasser geworfen, dadurch gehärtet, und nach dem Herausnehmen zerschlagen, wobei der sprödere als Edelstahl, der weniger spröde (aus der Mitte der Luppe erfolgende) als Mittelkühr angesehen wird. Bei einem guten Gange der Arbeit besteht das Product aus 75 bis 76 Procent Edelstahl und aus 25 bis 24 Procent Mittelkühr. In einem Feuer werden wöchentlich 40 bis 50 Centner Rohstahl gefrischt, welcher während des Frischens oder Schreimachens ausgeschmiedet wird. Der Eisenabgang vom Rohstahleisen zum Rohstahl beträgt 25 bis 27 Procent, und zu 100 Pfund Rohstahl werden etwa 17 Cubikfuss Holzkohlen aus hartem Holze verbraucht.

Die sehr ungleichartige Beschaffenheit des Rohstahls aus grauem Roheisen macht eine sorgfältigere Bearbeitung desselben bei'm Ausschweissen und Ausschmieden nothwendig. Der Rohstahl aus reinem Spiegeleisen schmiedet sich leicht und bekommt weniger häufig unganze und schiefrige Stellen, welche bei dem Rohstahle aus grauem Roheisen nur mit einem grossen Zeitverluste bei'm Ausschmieden verbessert werden können, indem sie ein wiederholtes Ausschweissen erfordern. Desshalb kann ein Hammer, bei der Anwendung von grauem Roheisen, nicht mehr als ein Rohstahlfeuer versehen, wogegen man bei der Verarbeitung von gutem Spiegeleisen sehr füglich mit einem Hammer zu zwei Feuern ausreicht. Bei grauem Roheisen, welches bei strengflüssiger Beschickung erblasen ist, würden die Schwierigkeiten bei'm Frischen zum Rohstahle und bei'm Ausschmieden desselben zu Stäben noch ungleich grösser werden, auch würde aus solchem grauen Roheisen kaum ein brauchbarer Rohstahl dargestellt werden können.

Aus der ganzen Darstellung des Rohstahlfrischprocesses aus grauem Roheisen und aus Spiegeleisen wird es einleuchtend geworden seyn, dass der Process unvollkommen und mangelhaft ist, indem er sich ohne eine ausserordentlich grosse Fertigkeit und Uebung der Arbeiter nicht anwenden lässt. Das Verwerfen eines Arbeitsverfahrens, welches einem Lande so eigenthümlich geworden ist, dass man häufig nicht ausmitteln kann, zu welcher Zeit dasselbe zuerst seinen Anfang genommen, und das Einführen einer ganz neuen, von der älteren abweichenden Verfahrungsart ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden und kann oft erst nach vielen Jahren zum Zwecke führen. Desshalb dürfte auch die Rohstahlbereitung aus rohschmelzendem Roheisen in den Gegenden, wo sie seit Jahrhunderten ausgeübt worden ist, so bald wohl nicht durch das zweckmässiger scheinende Verfahren verdrängt werden, sich des garschmelzenden Roheisens zur Darstellung des Schmelzstahls zu bedienen.

Sehr manganreiche und reine Spatheisensteine. welche wegen der Leichtflüssigkeit der Schlacke einen beträchtlichen Rohgang des Ofens zulassen und doch ein reines

Roheisen geben, liefern unstreitig das beste Material für die Rohstahlfeuer. Auch die reinen Brauneisensteine sind ganz zur Darstellung eines solchen weissen Roheisens von etwas übersetztem Gange geeignet. Erfordern die Erze aber stärkere Zuschläge, um eine leichtflüssige Beschickung zu erhalten, so darf man es, bei hohen Schmelzöfen, nicht wagen, einen anhaltenden Rohgang des Ofens stattfinden zu lassen. Dann würde vielleicht das Verfahren den Vorzug verdienen, bei dem Schmelzofen Spiegelflossen zu erzeugen, diese in einem besondern Heerde (wie bei der Hart- und Weichzerrennfrischerei) umzuschmelzen und das umgeschmolzene Eisen dem Rohstahlfeuer zu übergeben *).

Im ganzen südlichen Deutschland wendet man weisses, von einem Theile seines Kohlegehaltes befreites Roheisen zum Rohstahlfrischen an. In dem nördlichen Steyermark, bei St. Gallen und zum Theil auch in Tyrol bedient man sich der Flossen von einem schwach übersetzten Gange des Ofens, welche ohne weitere Vorbereitung in beträchtlicher Höhe über der Form niedergeschmolzen werden. Man nennt die Rohstahlfeuer Hartzerrennhämmer, im Gegensatze von den Weichzerrennhämmern, in welchen das Roheisen zu Stabeisen verfrischt wird, und die Methode der Stahlbereitung, die Steyersche Stahlfrischarbeit.

Im südlichen Steyermark, in Kärnthen und in Krain, zum Theil auch in Tyrol, bereitet man das Roheisen vom Hohofen vor, indem man es nach vorhergegangenem Einschmelzen in dem Rohstahlfeuer in Scheiben reisst, welche man, zum Unterschiede von den Scheiben (Blattln oder Plattln), aus welchen Stabeisen gefrischt wird, und welche, in der Regel, vorher gebraten werden, — Böden, und die Arbeit des Scheibenreissens das Bodenheben nennt. Die Rohstahlfeuer haben den Namen: Brescianhämmer erhalten. Die Methode des Stahlfrischens nennt man die Brescian-, gewöhnlich aber die Kärnthner Methode. Die Arbeit des Stahlfrischens in den Brescianhämmern ist sehr übereinstimmend mit dem Verfahren in den Hartzerrennhämmern, nur dass für diese das Material nicht vorbereitet, sondern unmittelbar so angewendet wird, wie es vom Schmelzofen erfolgt. — Der Brescianschmiede muss im Allgemeinen der Vorzug vor der Arbeit in den Hartzerrennhämmern eingeräumt werden, indem sie durch die Vorbereitungsart in den Stand gesetzt wird, ein besseres Product zu liefern, obgleich sie dagegen mit einem ungleich grösseren Materialienaufwande arbeitet. Die Kärnthner Stahlfrischmethode wird in Steyermark, — in der Paal — mit einigen Modificationen in Anwendung gebracht, und da das Fabricat, welches von den dortigen Brescianhämmern geliefert wird, sich wegen seiner Güte einen grossen Ruf verschafft hat, so ist die dort übliche modificirte Kärnthner Frischmethode mit dem Namen der Paaler Stahlfrischarbeit belegt worden.

Der einfachste Rohstahlfrischprocess ist die Steyersche Stahlfrischmethode, welche im nördlichen Steyermark und bei St. Gallen, auch zum Theil in Tyrol angewendet wird. Der Stahl fällt aber ungleichartiger aus, als bei der Brescianarbeit und er muss daher, ebenso wie bei der Anwendung des rohschmelzenden Roheisens, sorgfältig sortirt werden.

Die Zeichnung Taf. 72, Fig. 5, stellt einen Steyerschen Rohstahlheerd dar. Die Feuergrube oder der Heerd für die Hartzerrennhämmer ist stets mit Lösche und niemals

*) Neuerlich hat der Hr. Oberhütteninspector Stengel in Siegen einige sehr wichtige Arbeiten über die westphälische Stahlarbeit im 18. Bande von Karsten's und v. Dechen's Archive geliefert.

mit Schwahl oder garer Schlacke ausgestampft. Dem Löschboden dient ein steinerner oder ein eiserner Boden zur Grundlage. Die Form liegt 8 Zoll über dem Boden und hat eine sehr geringe Neigung in den Heerd. Bei sehr garschmelzenden Flossen führt man einen völlig horizontalen oder flachen Wind, und giebt der Form nur dann eine Neigung, wenn das Roheisen weniger zum Gareingehen geneigt ist. Die Umfassungswände der Heerdgrube liegen 12 bis 14 Zoll höher, als die Form, um die Kohlen zusammenzuhalten, indem das Roheisen über der Form zum Schmelzen oder vielmehr zum Erweichen gebracht werden muss.

Nach der Beschaffenheit der Flossen richtet sich die Stärke des Windes, welche man anwendet. Ein roherer Gang erfordert schwächeren Wind, und umgekehrt. Garende Zuschläge (Hammerabfälle) werden in dem Verhältnisse in grösserer Menge angewendet, als die Flossen weniger zum Gargange geneigt sind.

In der Regel werden die Flossen, sowie sie vom Blauofen kommen, erst bei den Hämmern sortirt. Die luckigen Flossen bestimmt man sogleich zur Stabeisenfabrication, weil sie zu wenig Kohle für die Hartzerrennhämmer enthalten. Spiegelflossen würden höchstens nur in Verbindung mit luckigen Flossen angewendet werden können, indess sucht man die Erzeugung derselben bei'm Blauofen zu verhindern. — Das gewöhnliche Material für die Hartzerrennhämmer sind die blumigen Flossen, welche gleich anwendbar sind, Stabeisen oder Rohstahl zu liefern. Von dem Arbeiter hängt es ab, den Gang im Feuer zu beobachten, und dem Eisen behülflich zu seyn, sich in Stabeisen oder in Stahl umzuändern. Wenn das Roheisen in den Weichzerrennheerden Neigung zeigt, bei'm ersten Einrennen eine dichte Luppe zu bilden, so ist dies ein Beweis, dass es zur Rohstahlbildung geneigt ist, und dann vermeidet man das Eisen zu lüften und es dem Luftstrome auszusetzen, wodurch es sich in ein härteres oder weicheres Stabeisen umändern würde. Ein geübter Frischer erkennt es schon am Bruchansehen des Flossenstücks, ob es geneigt ist, sich gleich bei'm ersten Einrennen zu einer derben Stahlmasse zu setzen, oder ob es roh bleiben und daher noch eines Hebens vor den Wind bedürfen würde, wodurch dann aber die Stahlbildung verhindert und zur Entstehung eines mehr oder weniger harten Stabeisens Anlass gegeben wird. Findet er seine Vermuthung durch den Gang im Feuer bestätigt, so ist es ihm leicht, die Stahlbildung durch ein schnelles Heben der Form zu befördern und den Wind dadurch mehr von der eingeschmolzenen Masse abzuleiten.

Auf einigen Hüttenwerken in Tyrol ist es eine wirkliche Betriebseinrichtung, dass bei den Weichzerrennheerden die zweite Luppe in jeder Schicht auf Stahl bei demselben Feuerbaue verarbeitet wird. Man sucht dazu die dünnsten (also am Mehrsten Kohle haltenden) Flossen aus, welche man auch schneller einrennt und mit weniger garen Zuschlägen versetzt, als die Flossen zum ersten und dritten Einrennen, welche auf Stabeisen verarbeitet werden. Es findet nämlich in Tyrol, sowie fast in ganz Süddeutschland, die Einrichtung statt, dass die Arbeit in den Stabeisen- und Schmelzstahlfeuern nicht ununterbrochen fortgeht, sondern dass täglich nur 3 Einrennen, — jede etwa zu 4 Stunden, — gemacht werden, worauf das Feuer bis zum folgenden Tage kalt stehen bleibt; eine Einrichtung, welcher zum grossen Theil der bedeutende Kohlenverbrauch bei den Frischarbeiten zugeschrieben werden muss.

In den Steyerschen Hartzerrennhämmern kommt jedoch, bei einem richtigen Sortiren der Flossen, nicht so leicht der Fall vor, dass dieselben wegen eines zu garen, oder wegen eines zu rohen Ganges (welcher letztere das abermalige Heben des nie-

dergeschmolzenen Eisens nothwendig machen und dadurch dann die Abscheidung von einer zu grossen Menge Kohle herbeiführen würde) auf Stabeisen benutzt werden müssten. In der Regel hilft man sich durch ein langsameres oder durch ein schnelleres Niederschmelzen, sowie es der rohere, oder der garere Gang im Feuer jedesmal erfordert.

Zuweilen werden auch die Flossen für den Hartzerrennhammer gebraten, jedoch sehr wenig, nämlich nur so viel, dass sie bei'm Einhalten der Zange im Feuer nicht abspringen. Man fasst die Flossen auf dieselbe Weise, wie in den Weichzerrennfeuern, in Zangen und bringt diese in dem Verhältnisse, wie das Ausschmieden vorschreitet, in's Feuer und näher vor den Wind. Wenn die letzte oder die dritte Zange abgeschmolzen ist, bleibt die Luppe noch eine halbe Stunde im Feuer, weil sie sonst unter dem Hammer zerfahren würde. In einer Schicht macht man drei Einrennen, jede zu 160 Pfund, so dass ein Feuer wöchentlich, oder in 6 Schichten, etwa 24 Centner Rohstahl liefert. Der Eisenverlust ist nicht grösser, als bei den Weichzerrennfeuern und beträgt etwa 10 Procent von den rohen Flossen. Dagegen werden zu 100 Pfd. preuss. Rohstahl etwa 30—32 Cubikf. preuss. Holzkohlen aus weichem Holze verbraucht, ein Verbrauch, der sich bei einer ununterbrochenen Arbeit gewiss bedeutend vermindern würde.

Die von der zerschrotenen Luppe erhaltenen Stücken werden im Rohstahlheerde ausgeheitzt und zu vierkantigen Stäben von 1½ Zoll im Quadrat ausgeschmiedet, worauf man sie sogleich in fliessendes kaltes Wasser wirft, um sie nach dem Ablöschen zu zerschlagen und zu sortiren. Dies muss, wegen der ungleichartigen Beschaffenheit des Stahls, mit grosser Aufmerksamkeit geschehen. Man unterscheidet drei Sorten, nämlich:

1) Zwittereisen oder Hammereisen. Dies ist wirkliches, stahlartiges Stabeisen, welches besonders zu Radreifen verwendet und in den Streckfeuern zu Stäben ausgezogen wird.

2) Mock oder Sensenschmiedzeug. Ein mehr stahlartiges Eisen als das vorhergehende, welches zu rohen Schneidewaaren, zu Sensen, Sicheln, Beilen, Aexten u. s. f. verarbeitet wird und als vorher nicht gegerbter Stahl in den Handel kommt.

3) Rauhstahl (Rohstahl), welcher zur weiteren Verarbeitung an die Raffinirfeuer abgegeben wird.

Die Stahlstäbe, welche nach dem Schmieden und Ablöschen nicht brechen, geben die erste und die zweite Sorte; diejenigen hingegen, welche leichten Schlägen nachgeben, werden als Rauhstahl angesehen. Mock und Zwittereisen werden demnächst blos nach dem mehr oder weniger stahlartigen Ansehen auf der Bruchfläche sortirt.

Man rechnet, dass aus 100 Theilen Flossen erfolgen:

Rohstahl (Edelstahl)	60
Mock (Mittelkühr)	20
Hammereisen	10
Eisenabgang, oder Verlust	10

Der Rauhstahl wird vor dem Raffiniren oder Gerben von Neuem sortirt, wobei blos das Bruchansehen das Anhalten geben kann. Man macht folgende Sorten:

1) Zwickschmiedstahl giebt nach dem Raffiniren den weichsten Stahl, welcher indess den Mock an Güte übertrifft.

2) Mittelzeug, ein gewöhnlicher, guter Stahl.

3) Scharsachstahl, der beste, härteste und festeste Stahl.

4) Meisselstahl, welcher nur selten und bei einzelnen Bestellungen, z. B., für die Münze zur Anfertigung von Münzstempeln, ausgehalten und ungegerbt, aber eben so theuer als der gegerbte Scharsach, verkauft wird.

Die Steyersche Rohstahlfrischerei aus garschmelzendem Roheisen ist also ebenfalls ein unvollkommener Process, obgleich er, wegen der guten Beschaffenheit des Materials, ein gutes Product liefert, dessen Zuverlässigkeit und Credit im Handel jedoch nur allein darauf beruhet, dass bei'm Sortiren die grösste Aufmerksamkeit angewendet wird. Die ungleichartige Beschaffenheit des Rohstahls wird durch das Gerben zwar ebenfalls etwas vermindert, immer kann man dieser Methode aber denselben Vorwurf wie der vorigen machen, dass sie nämlich mit einem ungewissen Erfolge arbeitet.

Bei der Brescianstahlfrischarbeit, deren Producte (mit wenigen Ausnahmen) nicht raffinirt, sondern blos gewärmt und ausgestreckt werden, ist die Paaler Frischmethode von der eigentlichen Kärnthner Frischmethode zu unterscheiden.

Ein Brescianstahlheerd ist aus vier eisernen Platten (Abbränden) zusammengesetzt. Der Boden besteht aus Sandstein, auf welchen man Kohlenlösche trägt und dann den Löschboden von groben trocknen Holzkohlen feststampft. Man wendet kupferne Formen und Balgengebläse an.

Bei der Paaler Brescianarbeit wird der Anfang damit gemacht, saure, d. h., blumige Flossen (Roheisen unmittelbar vom Blauofen) von 200 bis 250 Pfund am Gewichte, so einzuschmelzen, dass das im Heerde sich sammelnde Roheisen dünnflüssig (sauer, nämlich roheisenartig) bleibt. Hierauf werden die acht Stücke (Taichel oder Daichel) der zwei Luppen (Cottas) vom vorhergegangenen Tage, eins nach dem anderen, in die Zange genommen, im Heerde ausgeheitzt, in die flüssige Schmelzmasse getaucht, einige Zeit darin erhalten, dann von den rohen und nur lose an den Taicheln haftenden Rändern befreit (geputzt), sodann unter dem Hammer etwas zusammengehämmert und an einem Ende zu einem viereckigen Stücke ausgeschmiedet, um es mit der Zange besser fassen zu können. Diese Bearbeitung der geschrotenen Luppenstücke nennt man das Greifenmachen und die vorbereiteten Taichel selbst die Greife. Wenn alle acht Taichel so vorgerichtet sind, so wird zur Anfertigung der Luppe, oder zum Cottamachen geschritten. Zu diesem Zwecke wird das im Heerde befindliche Schmelzgut untersucht; ist es schon hart und stahlartig geworden, so wird die Cotta (Luppe) durch Einschmelzen der Zusätze, nämlich der Böden und Blattln, vollendet. Ist das Schmelzgut aber noch sehr sauer (flüssig), so wird eine Operation vorgenommen, welche das Cottakochen genannt wird. Man räumt die Kohlen aus dem Heerde, stellt das Gebläse ein und rührt, unter Hinzugeben von Hammerschlag und Stockschlacke, mit einem hölzernen Stabe in der geschmolzenen Masse so lange umher, bis sie anfängt hart zu werden, worauf man die Kohlen wieder in den Heerd bringt und mit dem Einschmelzen der aus Böden und Blattln bestehenden Zusätze so lange fortfährt, bis die Cotta schwer genug geworden ist. Dann wird das Gebläse eingestellt, die Cotta wird aus dem Heerde genommen und unter dem Hammer in vier Theile (Taichel) zerschroten. Diese erste Cotta wiegt, ungeachtet der Menge von eingeschmolzenen sauren Flossen und demnächst von Böden und von Blattln, zwar nur $2\frac{1}{2}$ bis 3 Centner, allein es bleibt im Feuer ein Boden (Sauerboden) zurück, von dem sich die Cotta abgehoben hat, der als Unterlage für die zweite Cotta dient. Zu dieser nimmt man ein

mehr gares, fast graues (weiches) Roheisen, schmelzt es mit Hammerabfällen von der vorigen Cotta und mit Stahlabfällen so ein, dass die geschmolzene Masse keine grosse Dünnflüssigkeit im Heerde erlangt. Hierauf wird das Ausschmieden der acht zugerichteten und mit Greife versehenen Taichel von den zwei Cotten des verflossenen Tages vorgenommen. Man theilt die Taichel zuerst in Tajoli (Tajal) und diese wieder in Kölbchen, von etwa 12 Zoll Länge, 2 Zoll Breite und $1\frac{1}{2}$ Zoll Dicke, welche noch rothwarm in Wasser abgelöscht, dann zerschlagen und demnächst in einem besonderen Feuer unter dem Ausziehhammer zu verkäuflicher Waare ausgestreckt werden. Wenn das Ausschmieden der Cottastücke vom vorigen Tage beendigt ist, werden wieder Böden und Blattln, je nachdem der Gang im Feuer es erfordert, zur Vollendung der zweiten Cotta eingeschmolzen. Die fertige Cotta wird dann aus dem Heerde genommen, unter dem Hammer in vier Theile zerschroten, und diese werden, nebst den vier Theilen von der ersten Cotta, bis zum folgenden Tage zurückgelegt.

Der nach dem Ausbrechen der zweiten Cotta im Heerde zurückgebliebene Boden, von welchem sich die Cotta abgehoben hat, wird nun mit Wasser übergossen und eine Scheibe davon abgehoben, nochmals mit Wasser begossen und wieder eine Scheibe abgehoben, und so werden auf diese Weise aus der Schmelzmasse 2 bis 3 Scheiben (Böden) gebildet, welche zum Cottamachen in der angegebenen Art angewendet werden. Nachdem diese Böden aus dem Heerde genommen sind, ist das Tagewerk vollendet. Die Arbeiter ruhen 3—4 Stunden und fangen demnächst in der beschriebenen Art wieder an.

Mittelst der Sauerböden von der ersten Cotta für die zweite, und der Scheiben oder Böden von der zweiten Cotta für die erste des folgenden Tages, reicht man bei dem Paaler Processe bei dem Cottakochen als Zusatz zu den sauren Flossen vollkommen aus. Wenn aber ein Mangel an Sauerböden oder an Böden eintritt, wenn nämlich der Sauer (das Roheisen) nicht Material genug hergeben sollte: so verschafft man sich Vorräthe von Böden, indem man Flossen (Roheisen) in dem Stahlheerd einschmelzt und in dem Heerde selbst in Scheiben reisst. Dadurch ersetzt man die fehlenden Böden, welche bei der Stahlfrischarbeit selbst nicht abfallen. Diese Böden müssen jedoch so weit geläutert seyn, dass die durch das Besprengen des eingeschmolzenen Roheisens mit Wasser sich bildenden Scheiben schon eine feinstrahlige, fast in's Körnige übergehende Bruchfläche zeigen. Nach der Paaler Methode werden daher an einem Arbeitstage nur zwei Cottas bereitet, wozu an Zeit erforderlich ist

Zur ersten Cotta:		
Einschmelzen der Flossen	3	Stunden
Putzen der Taichel und Greifemachen . . .	4	—
Cottamachen	5—6	—
	12—13	Stunden.
Zur zweiten Cotta:		
Einschmelzen der Flossen	2—3	Stunden
Schmieden und Cottamachen	4	—
	6—7	Stunden.

Wöchentlich werden in einem Brescianfeuer 30 bis 35 Centner Kölbel angefertigt. Aus 100 Pfund Roheisen erfolgen 88 bis 90 Pfund Kölbchen, und zu 100 preuss.

Pfund Kölbchen sind 65 bis 70 preuss. Cubikfuss Holzkohlen aus weichem Holze erforderlich.

Die Kölbchen sind zwar ein fertiges Product des Brescianfeuers, allein der Stahl kommt in diesem Zustande nicht in den Handel, sondern er wird zum Ausheitzen und Ausstrecken in ein besonderes, unter einer Frischesse vorgerichtetes Feuer abgegeben. Die Einrichtung eines solchen Wärmeheerdes bei Holzkohlen ist aus den Zeichnungen Taf. 72, Fig. 6—8 zu ersehen. Es werden etwa 20 Kölbchen mit einem Male nebeneinander aufgesetzt und der Form nöthigenfalls in demselben Verhältnisse näher gerückt, wie das zunächst an der Form befindlich gewesene zum Ausrecken weggenommen wird. Die Kölbchen sind ganz mit Holzkohlen bedeckt und werden in einer Hitze ganz ausgeschmiedet, also nicht zum zweiten Male wieder in das Wärmefeuer gebracht. Der Reck- oder Streckhammer wiegt 140—150 Pfund und hat eine 12 Zoll lange und 1 Zoll breite Bahn. Es werden für jeden Besatz etwa 130 Pfund Kölbchen genommen, wozu 7,8 Cubikfuss Holzkohlen verbraucht werden. Die Kölbchen werden zu Stangen von $\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat ausgestreckt. Unganze Kolben zieht man aber nur bis zur Stärke von $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll im Quadrat aus und nennt diesen Stahl Romanstahl. Der ausgestreckte Stahl wird, nur noch schwach rothwarm, in kaltem Wasser gehärtet, mit Hammerschlag sauber abgerieben, mit Wasser abgespült, getrocknet, dann gebrochen und sortirt. Der Abgang oder der Stahlverlust bei'm Ausstrecken beträgt 5 bis 6 Procent von den in die Arbeit gegebenen Kölbchen.

Der gebrochene Stahl wird in Fässern oder Kisten verpackt, auf welchen das Zeichen der Stahlsorte aufgebrannt ist.

Die erste und beste Sorte ist der lange Münzstahl °°°F. S.°°° Zu diesem werden nur ganz eisenfreie, $\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat starke, schön abgeschmiedete, völlig ganze Stäbchen, mit durchaus blanker Oberfläche, welche eine Länge von 3 Fuss haben, bestimmt. Man verpackt ihn in Kisten von 250 Pfund schwer. — Ist das Stäbchen ganz rein, aber nur 2 Fuss lang, so kommt es zur zweiten Sorte, dem kurzen Münzstahl °°F. S.°° Er wird ebenfalls in Kisten von 250 Pfund verpackt. Noch kürzere Stückchen, sowie auch solche, welche zwar einen reinen Bruch aber kleine, unganze Stellen haben, kommen zur dritten Sorte, dem Dreidupfstahl °°°F. S. Er wird in Kisten (Lägel), von 125 Pfund schwer, verpackt. Die Stäbchen haben $\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat, aber ungleiche Länge.

Zweidupfstahl °°F. S. oder flachgevierter Stahl in Stäbchen von unbestimmter Länge, $\frac{5}{8}$ Zoll breit und $\frac{1}{2}$ Zoll stark. Er ist von dem Dreidupf nur in der Form, aber nicht in der Güte verschieden und wird, wie jener, in Lägeln von 125 Pfund verpackt.

Dreidupfmock °°° ist Stahl mit kleinen eisenartigen Theilchen und unganzen Stellen. Ist der Ausschuss vom Dreidupfstahl.

Zweidupfmock °°° ist der Stahl, welcher mehr Eisentheile und unganze Stellen behalten hat. Ist der Ausschuss vom Zweidupfstahl.

Stückstahl oder dickgevierter Stahl; die Stäbchen sind $1\frac{1}{4}$ Zoll im Quadrat und 12—18 Zoll lang. Er wird auch in Fässern von 125 Pfund verpackt und ist von verschiedener Güte.

Bei guter Arbeit fällt von 10 Centnern Stahl etwa 1 Centner Münzstahl. Die Hauptproduction ist Dreidupfstahl. Die Mocke betragen etwa $\frac{1}{8}$ der Fabrication. Bei schlechtem Gange der Arbeit erhält man vorzüglich viel Dreidupfmock.

Sehr unganze und viel Eisentheile enthaltende Stäbchen, geben Abfälle (Refudi), welche wieder mit eingeschmolzen werden.

Der Romanstahl □R, welcher sich unter dem Reckhammer nicht zu den angegebenen Dimensionen will strecken lassen, wird zu Stäben von 1 Zoll im Quadrat ausgereckt. Er wird in 1 bis 2 Fuss langen Stäben, in Fässer zu 125 Pfunden verpackt. Der Romanstahl kann bei einzelnen fehlerhaften Stellen zuweilen von vortrefflicher Qualität seyn und zuweilen so gut ausfallen, wie der beste Münzstahl. Die sehr harten, unganzen, aber reinen (eisenfreien) Romanstahlstücken bringt man nicht in den Handel, sondern raffinirt sie zu verkäuflicher Waare. Sie werden in 2 Linien dicken Schienen (Griffel) geplättet. 30—40 solcher Schienen werden zu einer Garbe genommen, zu Kölbchen zusammengeschweisst und dann zu Stangen ausgezogen, welche gehärtet, abgerieben, zerbrochen und sortirt werden. Man erhält auf diese Weise aus dem raffinirten Romanstahl:

Raffinat langer Münzstahl, oder Zwölfdupfstahl °°F. S.°° °°G°° Die Stäbchen sind wenigstens 20 Zoll lang, haben 8 Linien in Quadrat und sind völlig tadellos.

Raffinat kurzer Münzstahl, oder Sechsdupfstahl °°F. S. °°G. Dieser Stahl ist von derselben Güte wie der vorige, aber in kürzern Stäben.

Bei dem Gerben oder Raffiniren hat man einen Abgang von 25 Procent, und es werden zu 100 Pfd. fertiger Waare 22—24 Cubikfuss Holzkohlen aus weichem Holze verbraucht.

Das nördliche Deutschland wird nur mit Brescianstahl von der Paal versorgt, indem der Kärnthner und Krainer Brescian seinen Weg über Triest nach Italien und von dort weiter nimmt. Der Paaler Brescian wird grösstentheils über Salzburg und Regensburg nach Norddeutschland gesendet. Auch im Erzherzogthume Oesterreich scheint (ausser dem Steyerschen Stahle) nur Paaler und kein Kärnthner Brescian verbraucht zu werden.

Nach Herrmann's Angabe soll die Paaler Methode durch Krainer Arbeiter im Jahre 1660 nach der Paal gekommen seyn. Er bemerkt indess nicht, ob ausserdem noch andere Methoden zu jener Zeit in Krain oder Kärnthen vorhanden waren. Es ist möglich, dass man in der Paal die alte Methode unverändert beibehalten, dieselbe aber im Laufe der Zeit in Krain und Kärnthen nach und nach abgeändert hat, woraus die jetzige Kärnthner Methode entstanden ist, welche sich überall in Süddeutschland, Tyrol, Italien und Frankreich verbreitet hat. Es ist immer von Interesse, an einem einzigen Orte einen eigenthümlichen Stahlfrischprocess zu finden, der vorzüglich gute Producte liefert, aber auch einen so grossen Aufwand von Brennmaterial erfordert, dass er nur in Gegenden ausgeübt werden kann, in welchen viel und wohlfeiles Holz zu erhalten ist.

Bei der eigentlichen Kärnthner Brescianstahlarbeit bedient man sich ebenfalls eines aus 4 eisernen Platten zusammengesetzten Heerdes und eines Bodens von Stein, auf welchem der Lösch- und Kohlenboden geschlagen wird. Kupferne Formen und Balgengebläse werden ebenfalls angewendet.

Die Arbeit beginnt mit dem Einschmelzen der Flossen (des ungaren weissen Roheisens, welches aus blumigen Flossen besteht). Man schmelzt aber nur 40—50 Pfund davon ein, um eine Grundlage für die Cotta zu bekommen. Ist dies geschehen,

so werden die beiden Stücke von der letzten Cotta in's Feuer gebracht, geheitzt und Greife (Preso) daran geschmiedet. Hierauf werden die Kohlen aus dem Heerde geräumt, und der Zustand der eingeschmolzenen Masse wird untersucht. Zeigt es sich, dass sie eine flüssige Masse (Sauer) bildet, so wird etwas Hammerschlag (Skaja) eingerührt. Ist sie nicht flüssig, so ist ein Einrühren nicht erforderlich. Sodann werden die Kohlen in den Heerd gebracht, die beiden Greife (mit Griffen zum Anfassen mit der Zange versehene Luppenstücken) der vorigen Cotta zum Wärmen in's Feuer gelegt, es wird ihnen eine Schweisshitze gegeben, worauf sie zuerst zu Tajoli (grob ausgezogenen Stahlstäben mit Einkerbungen) und diese zu Kölbchen ausgeschmiedet werden, deren 24—30 aus der Cotta erfolgen. Die Kölbchen werden, ebenso wie bei der Paaler Methode, in einem besondern Heerde noch einmal erhitzt und unter dem Reckhammer zu fertigen und verkäuflichen Stahlstäben ausgezogen.

Noch während des Ausschmiedens wird ein Boden so nahe an die Form gerückt, dass er abschmelzen kann, welches indess nur langsam erfolgt. Wenn aber das Ausschmieden der Kölbchen beendigt ist, so wird schneller zum Cottamachen geschritten und Böden und Blattln, wie der Gang im Heerde es erfordert, werden abwechselnd eingeschmolzen, bis die Cotta hoch genug im Heerde angewachsen ist. Ist die Cotta fertig, so hebt man sie aus dem Feuer, bringt sie unter den Hammer und zertheilt sie nur in zwei Theile, weil sie kleiner wie in der Paal ist und gewöhnlich nur 150 bis 190 Pfund wiegt.

Die im Heerde gebliebene Masse wird, sobald die Cotta ausgehoben ist, untersucht. Ist sie etwas starr oder steif, welches ein Zeichen einer zu weichen Cotta ist, so bleibt sie in diesem Zustande. Ist sie aber sehr dünnflüssig, wie es bei einer guten Cotta seyn soll, so rührt man etwas Skaja (Hammerschlag) ein, bringt die Kohlen wieder in den Heerd zurück und setzt das Gebläse in schwache Wirksamkeit. Nun werden die beiden Stücke der Cotta in's Feuer gebracht, gewärmt, Greife gemacht, ausgeschmiedet und die neue Cotta ebenso wie die vorige gebildet. Auf dieselbe Art wird auch bei der 3., 4. und wohl auch 5. Cotta verfahren. Der Sauer bleibt die ganze Zeit im Feuer, ebenso wie es nach der ersten Cotta bei der Paaler Methode der Fall war. Nach dem Herausnehmen der letzten Cotta wird ebenfalls Skaja in den Sauer gerührt und derselbe als ein Boden aus dem Heerde genommen.

Am folgenden Tage wird der Löschboden wieder zubereitet, und die Arbeit fängt mit dem Einschmelzen von 40—50 Pfunden Flossen, wie vorhin erwähnt, von Neuem an.

In einer Schicht werden 3, 4 zuweilen 5 Cottas gemacht und wöchentlich etwa 30 bis 32 Centner Kölbchen dargestellt. Eine Cotta giebt durchschnittlich $1\frac{1}{2}$ Centner oder 150 Pfund Kölbel. Zuweilen macht man grössere Cottas und dann werden in einer Schicht auch wohl nur zwei Luppen fertig.

Die Böden werden, wie bei der Paaler Arbeit zufällig wohl geschieht, bei der Kärnthner Methode als ein nothwendiges Material durch Einschmelzen der Flossen im Rohstahlheerde bereitet. Wenn 3 bis $3\frac{1}{2}$ Centner Flossen eingeschmolzen sind, werden die Kohlen aus dem Heerde geräumt, 5 bis 6 Schaufeln voll Skaja eingetragen und mit einem hölzernen Hammer eingeschlagen; dann wird Wasser aufgesprengt und eine Scheibe (Boden) abgehoben. Jemehr die Böden entkohlt sind, desto dicker reissen sie und heissen dann harte Böden. Dünne, scheibenartige Böden werden weiche Böden

genannt. Nach dem Gange der Arbeit im Brescianheerde müssen bald mehr harte, bald mehr weiche Böden angewendet werden.

Der Abgang an Eisen von den Flossen bis zu dem ausgeschmiedeten verkäuflichen Stahle ist zwischen 15 und 25 Procent veränderlich. Im mittlern Durchschnitte sollen aus 100 Flossen 80 fertiger Stahl erfolgen, mit Einschluss des Abganges bei der Ausstreckarbeit, die ebenso, wie bei der Paaler Methode angegeben worden, verrichtet wird. Zu 100 Pfund preuss. fertigem Stahle sind an Holzkohlen aus weichem Holze, für die Arbeit des Bodenhebens, für das Stahlfrischen und für das Ausstrecken der Kölbchen, 50—54 Cubikfuss preuss. erforderlich. Die Kärnthner Methode liefert etwa $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ reinen Stahl, ohne Eisen. $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Production enthalten mehr oder weniger Eisentheile. Sobald bei'm Sortiren, welches mit grosser Sorgfalt geschicht, auf einem Stahlstücke Eisentheile zu bemerken sind, wird es zum Mock gerechnet, nämlich zu dem Stahle, der bei dem Ausschlagen der Stäbe nicht bricht. Der nach der Kärnthner Methode bereitete Stahl ist etwas härter und im Allgemeinen reiner auf der Bruchfläche, als der nach Steyerscher Art bereitete, aber nicht so zähe.

Man sortirt die härteste Gattung oder Münzstahl, sodann Tannenbaumstahl, Stückstahl und Mock. Den unganzen und sehr eisenhaltigen Stahl oder Refudi (verstümmelt von *rifinto*, Ausschuss) bringt man nie in den Handel, sondern schmelzt ihn wieder ein. Der Kärnthner und Krainer Brescianstahl wird in Quadratstäben von verschiedener Stärke geschmiedet und bei einer und derselben Stahlsorte durch fortlaufende Nummern unterschieden. Die Verpackung geschieht in Kisten; Sorte und Nummern werden durch eingebrannte Zeichen und Striche bezeichnet. In Krain werden auch flache Stahlsorten — Azallone — von 1 Zoll Breite und $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke geschmiedet. Die ordinäre Sorte, weiss auf der Bruchfläche, nennt man *Azallone di bianca* und die härtere Sorte mit der Stahlrose *Azallone di machia*.

Die eigentliche Kärnthner Brescianfrischarbeit und die Paaler Methode haben also die Einrichtung des Heerdes und das wesentliche Betriebsverfahren miteinander gemein, dass beide die Cottas auf einem Sauer, oder auf einer Unterlage von flüssigem Roheisen, bereiten. Bei der Paaler Methode ist aber das Verhältniss des unvorbereiteten zu dem vorbereiteten Roheisen ungleich grösser als bei der Kärnthner Verfahrungsart, wogegen die Böden bei der Paaler Methode, welche zum Garwerden des Roheisens angewendet werden, auch schon einen höheren Grad von Gare besitzen. Bei der Paaler Methode werden die Böden, fast ohne Ausnahme, sämmtlich bei dem Cottakochen im Heerde bereitet; bei dem Kärnthner Verfahren wendet man zwar auch solche Böden, aber in einem geringern Verhältnisse an und ersetzt sie durch die absichtlich und durch den besondern Einschmelzungsprocess bereiteten Böden. Bei der Paaler Methode tritt indess auch zuweilen der Fall der absichtlichen Bereitung solcher Böden ein, wesshalb die Modificationen beider Verfahrungsarten gerade nicht als sehr wesentliche erscheinen. Mit der Betriebseinrichtung der Paaler Methode hängt es dagegen nothwendig zusammen, dass sie nur zwei Cottas in einer Arbeitsschicht bereitet, wogegen der Betrieb bei der Kärnthner Methode ununterbrochen so lange fortgehen könnte, als der Bodenstein aushält. Die Unterbrechung der Arbeit, nämlich die Pausen, welche zwischen der vollendeten und der nächstfolgenden Schicht stattfinden, tragen sehr zur Vergrösserung des Kohlenverbrauchs bei.

Endlich scheint es nicht ohne erheblichen Einfluss auf die Beschaffenheit des Stahls zu seyn, dass bei der Paaler Methode alle Cottastücke vor dem vollständigen

Ausschmieden in das im Heerde befindliche flüssige Roheisen getaucht werden und einige Zeit darin verweilen, indem dadurch der Stahl in der That an Härte und Festigkeit gewinnen dürfte.

Die steyersche Stahlfrischarbeit ist eine ganz eigenthümliche und mit den anderen Verfahrungsarten bei der Rohstahlbereitung nicht zu vergleichende Methode, indem sie sich eines garschmelzenden Roheisens bedient, welches, ohne weitere Vorbereitung, nur einmal vor der Form niedergeschmolzen wird. Dies Verfahren ist nur bei der eigenthümlichen, gutartigen und garschmelzenden Beschaffenheit des Roheisens anwendbar, welches in den Blauöfen zu Vordernberg aus den vortrefflichen Erzen vom Erzberge gewonnen wird.

Vergleicht man das Kärnthner, oder das süddeutsche, mit den im nördlichen und im nordwestlichen Deutschland üblichen Verfahrungsarten, so ergiebt sich, dass die letzteren Methoden in einer ununterbrochenen Folge bewirken, was bei der Kärnthner Methode in verschiedenen Perioden ausgeführt wird. Denn das Einschmelzen und nachherige Gerinnen eines jeden einzelnen Roheisenstücks (einer Heitze) bei dem norddeutschen Processe bezweckt ein Läutern bis zu dem Abschnitte, wo bei der süddeutschen Methode das Rohstahleisen in Böden gerissen, oder überhaupt in den Zustand der Böden (des vorbereiteten Eisens) gesetzt wird. Während aber diese Böden wieder erkalten, um später umgeschmolzen zu werden und zur Luppe zu gerinnen, geschieht dies Gerinnen bei dem norddeutschen Verfahren durch einen ununterbrochenen Process in derselben Hitze, wodurch ein Gewinn an Zeit und an Kohlen entsteht. Die norddeutsche Methode ist an der Zahl der in ununterbrochener Reihenfolge darzustellenden Luppen nicht gebunden, sondern es werden so viele Luppen bereitet, als der Frischboden es gestattet, wodurch abermals Zeit und Kohlen erspart werden. Wenn demnach der süddeutsche Stahl im Allgemeinen in einem vorzüglicheren Rufe steht, als der norddeutsche, so dürfte das nur ganz allein in der Beschaffenheit des Materials, des Roheisens, zu suchen seyn. Vergleichende Versuche haben gezeigt, dass die Methode nichts zur Erhöhung der Güte des Stahls beiträgt, und dass, bei gleicher Aufmerksamkeit, Stahl von ganz gleicher Güte aus einerlei Material dargestellt werden kann, man mag eine Methode anwenden, welche man wolle *).

Von der Schmelzstahlbereitung im Departement de l'Isère haben die Herren **Baillet** und **Rambourg** eine Beschreibung geliefert. Das dort übliche Verfahren sowohl als auch das im Nivernais, ist theils die schlesisch-märkische, theils die Siegener, theils die steyersche, theils die Kärnthner Frischmethode, wie wenigstens aus den vorhandenen, nicht vollständigen Beschreibungen dieser Processe hervorzugehen scheint.

In Russland ist es sehr gebräuchlich, die Abfälle von geschmiedetem Eisen bei grossen Fabriken, z. B., bei Blechhütten, Gewehrfabriken etc. zur Stahlbereitung anzuwenden. Diese Eisenabfälle werden in einem besondern Heerde erst geschmolzen oder eingerennt, wodurch man eine mehr roheisenartige als stahlartige Masse erhält, die bei einem langsamen Wechsel des Gebläses wieder eingeschmolzen und (wie bei der Schraatschmiede) mit einem Theile unzerrennter Eisenabfälle versetzt wird. Die Beschaffenheit des eingerennten Eisens (Dwoinoi-Tschugun) und der Zustand, in wel-

*) Eine sehr specielle und vorzügliche Darstellung der Stahlfrischprocesse in den südlich österreichischen Staaten findet man in Tunner's schon erwähnter, trefflicher, gemeinfasslicher Darstellung der Stabeisen- und Rohstahlbereitung etc. (Grätz 1845 und 1846).

chem es auf's Neue eingeschmolzen wird, bestimmen die Quantität der zuzusetzenden, nicht eingerennten Eisenabfälle.

Eine Art Schmelzstahl, welche wegen ihrer Härte zu den Zieheisen für die Drahthütten sehr gesucht und geschätzt ist, ist der sogenannte Willerstahl oder wilde Stahl. Er ist eigentlich als eine Art von Gussstahl anzusehen, wird aber nur zu dem erwähnten Zwecke angefertigt, weil er neben seiner ausserordentlichen Härte weder Geschmeidigkeit noch Schweissbarkeit besitzt, so dass er einen wirklichen Uebergang von Roheisen zum Stahl bildet. Die Anfertigung dieses Stahls geschieht wie die des gewöhnlichen Rohstahls, nur dass man die Masse nicht dazu kommen lässt, sich zu setzen, sondern dass man den Stahl in dem Augenblicke aus der Schlackenöffnung ablaufen lässt, wenn er eben aufzukochen und die Kohlen in die Höhe zu heben anfängt, welches jedesmal vor dem Garwerden geschieht. Soll wilder Stahl angefertigt werden, so ist es gut, den Bodenstein etwas nach der Schlackenöffnung hängen zu lassen und demnächst möglichst tief abzustechen, weil sonst zu viel Rohstahl auf dem Boden zurückbleiben und erkalten würde.

Raffiniren oder Gerben des Stahls.

Der steyersche sowohl als der norddeutsche, und ein Theil des nach der Paaler Methode bereiteten Rohstahls werden erst ein Handelsartikel, wenn sie raffinirt oder gegerbt worden sind. Worin diese Operation besteht, und welches der Zweck derselben ist, ward schon früher erörtert. Das Raffiniren des Rohstahls und das Gerben des Cementstahls sind eine und dieselbe Operation, welcher ein und derselbe Zweck zum Grunde liegt.

Durch das Gerben soll der Stahl gleichartiger werden; er verliert dadurch seine zu grosse Härte auf einigen, und seine zu grosse Weichheit auf anderen Stellen; er gewinnt dadurch also an Stärke und Federkraft, verliert aber im Allgemeinen an Härte, je öfter das Raffiniren wiederholt wird, weil sich der Zutritt der Luft nicht ganz verhindern lässt. Je gleichartiger der zu raffinirende Stahl an sich ist, desto weniger oft darf das Gerben wiederholt werden, und desto mehr behält der Stahl seine natürliche Härte.

Man raffinirt den Stahl ein, zwei und mehrere Male, indess ist ein zu oft wiederholtes Gerben dem Stahle nicht vortheilhaft. Zweckmässiger ist es, die Stahlstäbe so dünn, als möglich, auszurecken, und sich dadurch ein öfteres Raffiniren zu ersparen. Eine Zange oder eine Garbe (ein Convolut von dünn ausgeschmiedeten und übereinander gelegten Stahlstäben, welche wieder zusammengeschweisst werden sollen), welche aus 6 und zuweilen aus einer weit grösseren Anzahl von übereinander liegenden Stäben oder Schienen besteht, giebt bei'm ersten Raffiniren einen aus 6 Schienen bestehenden Stahl; bei'm zweiten Raffiniren wird die Stahlstange aus 12, bei'm dritten Raffiniren aus 24 u. s. f. zusammengesetzt seyn. Sind die Stahlstäbe aber so viel dünner ausgereckt, dass die Zange, statt aus 6, aus 8 Stäben besteht, so wird die Stahlstange bei'm zweiten Raffiniren aus 16, bei'm dritten aus 32 u. s. f. zusammengesetzt seyn. Daraus geht hervor, dass das möglichst dünne Ausrecken des Rohstahls sehr vortheilhaft ist, weil dadurch ein einmaliges Raffiniren erspart werden kann.

Die erste Arbeit bei'm Raffiniren des Roh- oder Cementstahls ist das Plätten oder das Schienen der Stäbe. Die aus der Rohstahl- oder aus der Cementirhütte

kommenden Quadratstäbe werden zu dünnen, flachen Stäben von etwa 2 Fuss Länge ausgereckt und rothglühend sogleich vom Hammer in kaltes, fliessendes Wasser geworfen. Die geplätteten, etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll breiten Stahlschienen werden alsdann in eine Garbe zusammengelegt, so dass immer ein roheres und ein gareres, oder ein härteres und ein weicheres Stück übereinander zu liegen kommen. Das Zusammenlegen oder das Setzen der Garbe erfordert daher einen Arbeiter, welcher die genaueste Kenntniss von der Beschaffenheit des Stahls besitzt und der die Stahlsorten nach dem Bruchansehen u. s. f. vollkommen zu unterscheiden versteht. Die beiden Stäbe auf den beiden Seiten der Garbe, nämlich die obere und die untere, müssen die ganze Länge der zu setzenden Zange haben; übrigens können die mittleren Stücke aus mehrern Bruchstükken bestehen, wie es die Nothwendigkeit oder der Zufall (weil die Stahlstäbe bei'm Ablöschen im Wasser, nach dem Plätten, oft wider Willen in mehrern Stücken zerspringen) erfordern. Die zusammengesetzte Garbe wird mit einer Zange gepackt und zuerst in ein Rothglühfeuer gebracht, während eine andere Zange, die vorher im Rothglühfeuer war, in der Weissglühhitze liegt. Während der zu raffinirende Stahl der Weissglühhitze ausgesetzt ist, muss er mit gebranntem und fein gepülvertem Thon bestreut werden, theils damit er gegen Abbrand gesichert ist, theils damit er eine saftige Schlackenrinde erhalte, welche das Verbrennen des Kohlenstoffs möglichst verhindert. Die weissglühende und möglichst saftige Stahlgarbe wird nun unter dem Hammer zu $1\frac{1}{2}$zölligen Quadratstangen ausgereckt. Soll er zweimal raffinirt werden, so wird die fertige einmal raffinirte Stahlzange mit einem Setzeisen in der Mitte durchgehauen, umgebogen und wieder, wie vorhin, raffinirt, welches beim drei-, viermaligen Raffiniren u. s. f. ebenfalls wiederholt wird.

Die Raffinirfeuer, bei welchen man Steinkohlen anwendet, sind gewöhnliche Schmiedeessen, wie man sich derselben zur Bereitung von feineren Eisensorten bedient, welche mehrere nebeneinander liegende Formen oder Zuströmungsöffnungen für den Wind erhalten, damit die Zangen eine lange Hitze bekommen können. Um die Hitze zusammenzuhalten, sind die Feuer gewöhnlich mit einem Gewölbe versehen, wodurch die Raffinirfeuer das Ansehen von langen Backöfen erhalten. Wollte man ähnliche Heerde oder Oefen zum Stahlraffiniren mit Holzkohlen anwenden, so würde man, weil die Holzkohlen eine geringere Hitze geben, die Zange mit mehrern Hitzen ausrecken müssen, als bei der Anwendung von Steinkohlen. Bei sehr backenden Steinkohlen bedarf es des Gewölbes über dem Heerde weniger, weil die Steinkohlen selbst ein natürliches Gewölbe bilden, in welchem die Stahlzangen liegen. Bei'm Heitzen sucht man die Berührung des Stahls mit den rohen und noch mit Flamme brennenden Steinkohlen möglichst zu verhüten.

Die Raffinirfeuer bei Holzkohlen, deren man sich in Steyermark bedient, haben die Einrichtung, welche auf den Zeichnungen Taf. 73, Fig. 9—11 dargestellt ist.

Die Geschicklichkeit des Raffinirschmieds besteht darin, den Stahl möglichst fein zu plätten, die Garben gut, und dem Gebrauche, der von dem Stahle gemacht werden soll, angemessen, zusammenzusetzen; die geplätteten Stäbe möglichst dicht übereinander zu legen, damit keine grossen Zwischenräume entstehen, bei'm Heitzen eine recht saftige Schweisshitze zu geben, bei'm Schmieden keine undichten, oder nicht zusammengeschweissten Stellen zu lassen und den Windstrom so zu leiten, dass weder der Luftstrom, noch das Brennmaterial (wenigstens bei der Anwendung von Steinkohlen) zu sehr mit der weissglühenden Garbe in nachtheilige Berührung kommen. Ein guter

Raffinirschmied kann die Fehler eines zu harten und zu weichen Stahls durch Einsicht, Geschicklichkeit und Unverdrossenheit ansehnlich verbessern, und durch vorsichtiges Heitzen viel zur Erhaltung der Härte des Stahls beitragen. Nach dem verschiedenen Gebrauche, der von dem Stahle gemacht werden soll, kann er durch das Setzen der Zangen härteren und weicheren Stahl darstellen. Die von einer fehlerhaften Beschaffenheit des Eisens herrührende Sprödigkeit vermag er freilich nicht zu heben.

Der Abgang bei'm Raffiniren ist sehr bedeutend und beträgt bei'm jedesmaligen Raffiniren 7 bis 12 Procent; zum Raffiniren von 100 preuss. Pfunden raffinirten Stahls kann man 3 bis $3\frac{1}{2}$ Cubikf. Steinkohlen für das Plätten und Schweissen rechnen. — In Steyermark berechnet man bei'm Raffiniren des Stahls gewöhnlich 8 Procent Abgang vom Stahle und 30 bis 35 Cubikf. Holzkohlen aus weichem Holze für 100 Pfd. raffinirten Stahl.

II. Von der Brennstahlbereitung.

Die Eigenschaft des Stabeisens, durch Glühen mit kohligen Substanzen in fest verschlossenen Räumen in der Weissglühhitze hart und stahlartig zu werden, ist schon so lange bekannt, dass es sich nicht mehr nachweisen lässt, wann und wo von derselben zuerst eine Anwendung im Grossen gemacht worden ist. Ohne Zweifel beschränkte man sich zuerst darauf, kleinen Eisen- und Stahlarbeiten durch Glühen mit kohligen Stoffen in bedeckten Gefässen mehr Härte mitzutheilen, bis man zuletzt die Umänderung des Stabeisens in Stahl auf diesem Wege versuchte. Wie unvollkommen die ersten Versuche ausgefallen seyn mögen, ist nicht mehr auszumitteln. Als Reaumur sein vortreffliches Werk über die Brennstahlbereitung schrieb, hatte diese Fabrication beinahe den Grad der Vollkommenheit erlangt, auf welchem wir sie noch jetzt erblicken, nur dass die Einrichtungen zur Feuerung der Oefen später mehr und mehr vervollkommnet wurden. Reaumur gebührt das Verdienst, zuerst auf die äusseren Kennzeichen der verschiedenen Arten des Stabeisens, des Stahls und des Roheisens aufmerksam gemacht, und gründlich gezeigt zu haben, wie sich die Eigenschaften dieser Eisenarten nach ihren äusseren Kennzeichen beurtheilen lassen. Die Veränderungen, welche das Gefüge des Stabeisens bei'm Brennen oder Cementiren mit kohligen Stoffen erlitt, mussten ihn nothwendig auf diese Untersuchungen führen, wobei ihm die grossen Verschiedenheiten nicht unbemerkt blieben, welche sich in dem Verhalten der verschiedenen Stabeisen und Stahlarten zeigten. Seine Versuche, die er mit verschiedenen Cementirpulvern anstellte, gewähren nicht allein theoretisches Interesse, sondern sind auch für die Anwendung von Wichtigkeit geworden.

Seitdem die Verbindungen des Eisens mit Kohle näher bekannt geworden sind, lassen sich alle Erscheinungen, welche das Eisen bei'm Glühen und Schmelzen, ohne und mit den verschiedenartigsten Zusätzen darbietet, leicht erklären. Merkwürdig bleibt es aber, dass sich das Eisen und die Kohle blos durch anhaltendes Glühen miteinander zu Stahl verbinden, und dass sich das Stabeisen scheinbar immer nur in Stahl und nicht in Roheisen umändert, solange es nicht bis zum Flüssigwerden erhitzt wird. Bei einem sehr lang fortgesezten Glühen in starker Hitze, welche die Schmelzhitze noch nicht erreicht, entsteht eine sehr spröde Verbindung, deren Zusammenhang immer lockerer wird, und welche sich in dem Augenblicke, wenn die Glühhitze den Schmelzpunct erreicht hat, nicht in weisses, sondern jederzeit in graues Roheisen

umändert. Diese Erscheinung ist merkwürdig, indem sie zeigt, dass die allgemeine Verbindung des Eisens mit Kohle nur in gewissen Graden der Temperatur von Bestand ist, dass sie nicht zersetzt wird, wenn das mit Kohle verbundene Eisen plötzlich erkaltet, dass aber bei einer langsam erfolgenden Abkühlung sich andere Verbindungen des Eisens mit Kohle einleiten, welche entweder zur Entstehung einen Polycarburets (in dem weichen Stahle) oder ausserdem noch zur Ausscheidung eines Theils der Kohle als Graphit (in dem grauen Roheisen) Anlass geben, je nachdem das kohlehaltende Eisen weniger oder mehr Kohle aufgenommen hatte und in der erhöheten Temperatur, vor dem langsamen Erstarren, schwächer oder stärker erhitzt worden war. Damit sich aber die Kohle im reinen Zustande, als Graphit, ausscheiden könne, bedarf es jedesmal nicht blos eines vollkommen flüssigen Zustandes der Masse, sondern auch eines, die Schmelzhitze übersteigenden Grades der Temperatur. Könnte man die Hitze so genau reguliren, dass sie den Schmelzgrad niemals erreichte, so würde alles Eisen durch Cementiren mit Kohle in eine spröde, roheisenartige Masse verwandelt werden können; denn nur dann erst, wenn die Schmelzhitze eintritt, wird durch Ueberwältigung der Cohäsionskraft, diejenige allgemeine Verbindung der Kohle mit Eisen, welche weisses Roheisen genannt wird, d. h., der sprödeste Stahl, entstehen, eine Verbindung, die sich bei dem langsamen Erstarren wieder mit sich selbst entzweit und graues Roheisen, d. h., eine Verbindung von Eisen mit Graphit, darstellt.

Die Veränderungen, welche das Stabeisen durch anhaltendes Cementiren mit Kohle erleidet, hat Reaumur am Sorgfältigsten beobachtet.

Die im Cementirofen erkalteten Stahlstäbe sind nach dem Herausnehmen so brüchig, als wären sie gehärtet, und an diesem Verhalten lässt sich erkennen, ob die Verwandlung des Eisens in Stahl vollständig stattgefunden hat. Der zackige Bruch macht einem blättrigen Gefüge Platz. Zuerst erscheinen diese Blättchen mit einer weissen Farbe, so dass das Eisen das Ansehen eines sehr schlechten kaltbrüchigen Eisens haben würde, wenn es sich von diesem nicht durch die grössere Gleichheit und die regelmässigere Stellung der Blättchen gegeneinander unterschiede. Bei'm Fortgange des Processes nehmen diese Blättchen immer an Grösse ab, verlieren aber in demselben Verhältnisse ihre weisse Farbe und bekommen ein immer dunkler gefärbtes Ansehen. Zuletzt werden sie so klein, dass sie dem unbewaffneten Auge als Körner erscheinen. Ein körniges Gefüge mit weisser Farbe lässt aber zuverlässig auf eine noch nicht erfolgte Umänderung des Roheisens in Stahl schliessen, denn wenn diese stattgefunden hat, so sind die Körner nicht mehr weiss, sondern sie besitzen eine graue Farbe. Ist diese Farbe erst wenig gesättigt, so zeigt sie einen sehr weichen Stahl an; mit dem zunehmenden Dunkelwerden der Farbe erlangt der Stahl eine immer grössere Härte, und wenn die Körner endlich ein sehr dunkles und sehr feines Ansehen erhalten, so dass man die dunklen Körnchen nicht mehr unterscheiden kann, sondern die Masse sich in einem fast geflossenen Zustande darstellt, so wird der Stahl so wild, dass er sich kaum noch schweissen und weiter behandeln lässt.

Das beste Eisen erhält, bei einerlei Graden der Cementationshitze, immer die grössten und ausgezeichnetsten Blättchen.

Die Ursache der Brüchigkeit der bei dem langsamen Erkalten aus dem Cementirofen kommenden Stahlstäbe ist schwer zu erklären. Es scheint dabei blos eine mechanische Ursache, nämlich eine Auflockerung und Trennung, zum Grunde zu liegen; denn eine Folge der Härte ist sie durchaus nicht, weil der im Cementirofen langsam

erkaltete Stahl keine bedeutend grössere Härte zeigt, als das Stabeisen, welches zu seiner Bereitung angewendet worden ist. Nur dann, wenn man ihn in einem noch rothglühenden Zustande aus dem Ofen nimmt, oder wenn man ihn nach dem Erkalten wieder bis zum Rothglühen erhitzt und plötzlich in kaltem Wasser ablöscht, wird er brüchig und hart, wie es bei dem gehärteten Stahle jederzeit der Fall ist. Eine auf solche Art gehärtete Stahlstange bekommt indess niemals das gleichartige Ansehen auf der Bruchfläche, welches derselbe Stahl zeigt, wenn er vorher durch mechanische Kraft (durch Hämmern oder durch Strecken) zusammengepresst worden ist.

Der Grund dieser Erscheinungen findet sich in dem Verhalten der Kohle zu dem Eisen, in den verschiedenen Graden der Temperatur. Solange das Eisen sich im glühenden oder in dem geschmolzenen Zustande befindet, kann noch keine Ausscheidung der Kohle, sey es als ein Polycarburet, oder als Graphit stattfinden; plötzliche Erstarrung muss daher die Folge haben, dass sich harter Stahl oder weisses Roheisen bilden, wogegen durch langsames Erstarren die Entstehung von weichem Stahle oder von grauem Roheisen veranlasst wird.

Der härteste und sprödeste Stahl, welcher sich dem Roheisen am Meisten nähert, sowie der weichste und dehnbarste Stahl, der dem Stabeisen am Nächsten kommt, würden sich hiernach, wie man vermuthen sollte, auf dem Wege der Cementation bereiten lassen, sobald man den Grad der Hitze und die Dauer derselben, folglich die Quantität der aufzunehmenden Kohle genau zu bestimmen vermag. So sehr dies auch mit der Erfahrung übereinstimmt, indem die Cementation die härtesten und die weichsten Stahlarten liefert, so wenig bestätigt sie die Vorzüglichkeit des Brennstahls zu den verschiedenen Stahlarbeiten. Die Ursache liegt in dem mechanischen Hindernisse, welches die Kohle bei der Durchdringung der Eisenstäbe findet. Ganz gleichartige Verbindungen können nur bei einer vollkommenen Flüssigkeit der Masse stattfinden, weshalb sich das Stabeisen, wenn es bis zum völligen Schmelzen erhitzt wird, entweder in gleichartigen Stahl, oder in Roheisen verwandelt, je nachdem es weniger oder mehr Kohle aufzunehmen Gelegenheit gehabt hat. Bei der Umänderung des Eisens in Stahl, durch das blosse Glühen mit Kohle, kann die Veränderung, welche in dem Eisen vorgeht, nicht gleichförmig geschehen, weil die Kohle das Eisen nur schichtweise durchdringt, so dass die äussersten Theilchen des Eisens schon Stahl sind, wenn der mittlere Kern noch Eisen ist; dass jene zu hartem Stahle geworden sind, wenn dieser weicher Stahl zu werden beginnt, und dass jene in den roheisenartigen Zustand übergehen, wenn dieser harter Stahl zu werden anfängt. Eine vollkommen gleichartige Masse würde sich dann nur erhalten lassen, wenn das zu Stahl cementirte Eisen geschmolzen, oder in den Zustand der Flüssigkeit gesetzt wird, wobei aber die Aufnahme von noch mehr Kohle verhindert werden müsste, insofern das Stabeisen schon soviel Kohle aufgenommen hat, als es die verlangte Beschaffenheit des umgeschmolzenen Cementstahls erfordert.

Ein leichtes Mittel, diese Ungleichartigkeit der Verbindung, wenn nicht aufzuheben, doch bis zu einem hohen Grade zu vermindern, scheint darin zu bestehen, dass man dem zu cementirenden Stabeisen eine möglichst geringe Dicke zutheilt. Obgleich dies Mittel wirklich sehr zuverlässig ist und auch niemals unterlassen werden darf, wenn man eines guten Erfolges bei der Brennstahlbereitung gewiss seyn will, so hat die Verminderung der Stärke der Stäbe doch ihre Grenzen, weil zu dünnes Eisen zu leicht schmelzen und die Stahlerzeugung vereiteln könnte. Ausserdem müssen, wenn die

Brennstahlbereitung mit öconomischen Vortheilen im Grossen geschehen soll, bedeutende Quantitäten Stabeisen mit Einemmale cementirt werden, von denen ein Theil, auch bei der vollkommensten Einrichtung des Ofens und der Gefässe, jederzeit einer grösseren Hitze ausgesetzt wird, als ein anderer. Die Dimensionen der Stärke dürfen daher nicht zu gering seyn, wenn nicht eine Schmelzung des Eisens an den der Hitze am Meisten ausgesetzten Stellen herbeigeführt werden soll.

Ein zweites Mittel, dem cementirten Stahle eine gleichartigere Beschaffenheit zu geben, besteht darin, ihn zu raffiniren oder zu gerben. Dies Mittel wirkt zwar weniger chemisch, als mechanisch, allein es würde bei mehrmaliger Wiederholung gewiss vollkommen zum Zwecke führen, wenn es ein Mittel gäbe, den Zutritt der atmosphärischen Luft bei Ertheilung der Schweisshitze vollkommen abzuhalten, und das Verbrennen eines Theils Kohle, also die Entstehung von immer weicherem Stahle zu verhindern.

Schon das blosse Ausrecken des cementirten Stahls ist eine, wenngleich unvollkommene Art von Raffiniren desselben. Auf den Hütten, wo der Brennstahl unraffinirt verkauft wird, pflegt man die flachen Stäbe, sowie sie aus dem Cementirofen kommen, entweder im Raffinirheerde oder im Flammenofen zu glühen, und zu Quadratstäben nach den üblichen Dimensionen auszuschmieden. Insofern sich annehmen lässt, dass alle Theile des Stabes dadurch ganz gleich ausgedehnt werden, müssen die mehr oder weniger Kohle enthaltenden Schichten desselben gleichförmig dünner werden und sich einander mehr nähern, wesshalb der Stahl nach dem Ausrecken feiner und gleichartiger wird, wie es die Erfahrung bestätigt. Je dünner der Stab bei'm Cementiren war, desto weniger stark kann er, um dieselben Dimensionen zu erhalten, ausgedehnt werden; auch wird er eine um so geringere Ausdehnung bei dem, dem Raffiniren vorangehenden Plätten erleiden können. Man hat dies als einen Grund angeführt, warum es gut sey, nicht zu dünne Stäbe zum Cementiren zu nehmen; es ist indess auch zu berücksichtigen, dass das Ausrecken und Raffiniren in demselben Grade weniger nöthig wird, als der Stahl durch dünnere Stäbe an Gleichartigkeit bei'm Cementiren gewinnt.

Den Zutritt der atmosphärischen Luft bei'm Cementiren des Eisens mit Kohle vollkommen abzuhalten, ist nothwendig, weil sonst die Verschlackung des Eisens unvermeidlich erfolgen würde. Bei der Umänderung des Stabeisens in Stahl durch Cementiren kommt es also darauf an, das Stabeisen in Berührung mit kohligen Substanzen und gegen die Luft geschützt, einer anhaltenden Glühhitze auszusetzen, welche den Grad der Schmelzhitze des Stahls nicht erreichen darf, aber die lichte Rothglühhitze weit überschreiten muss.

Bei'm Stahlcementiren im Grossen bewirkt man dies dadurch, dass man das zu cementirende Stabeisen in dicht verschlossenen Gefässen, oder in Kästen mit Kohlenstaub schichtet und die geladenen Kästen in besonderen Oefen — Brennstahlöfen, Cementiröfen — so lange in Glühhitze erhält, bis das Eisen hinlänglich mit Kohle durchdrungen ist: Man setzt die Kasten unmittelbar mit dem Heerde des Ofens in Verbindung und richtet sie nicht beweglich ein, weil die beweglichen Kästen nicht ohne sehr grosse Unbequemlichkeit und ohne Beschädigungen aus dem Ofen genommen und in denselben gebracht werden würden. Die Länge der Stäbe von 6 bis 10 Fuss, welche eine verhältnissmässige Länge der Kästen nothwendig macht, würde das Transportiren der Kästen ungemein erschweren, besonders weil dieselben aus Massen angefertigt seyn müssen, welche keine Stösse und Schläge aushalten und sehr leicht zerbrechlich sind.

Die Construction der Cementiröfen, welche dazu dienen sollen, die verschlossenen Kästen, in denen sich das Eisen mit Kohle geschichtet befindet, in einer möglichst gleichen Glühhitze zu erhalten, muss im Allgemeinen so beschaffen seyn, dass keine Hitze unnöthig (durch unverhältnissmässig zu grosse Weite oder Höhe des Ofens) verloren geht; dass die Kästen von allen Seiten gleich stark erhitzt werden, und dass man die Hitze durch Register zu stimmen und nach Umständen zu schwächen oder zu verstärken im Stande ist.

Die Kästen dürfen daher niemals mit ihrem Boden auf den Heerd des Ofens gestellt werden, sondern sie müssen auf Unterlagen und jederzeit hohl stehen, damit sie von der Gluth oder von der Flamme überall getroffen und umspielt werden können. Das Gewölbe des Ofens, unter welchem die Kästen stehen, muss so niedrig als möglich seyn, damit die Kästen oben nicht zu kalt bleiben; auch dürfen die Dimensionen des Ofens nicht zu gross, oder die Entfernungen der Ofenwände von den Wänden des Kastens nicht zu bedeutend seyn, damit sich die Hitze nicht unnöthig verbreite und vermindere.

Den Grad der Hitze pflegt man gewöhnlich durch Oeffnungen im Gewölbe des Ofens, die man noch mit sogenannten Windpfeifen versehen kann, und durch die Menge von Luft, welche man zum Brennmaterial hinzuströmen lässt, zu bestimmen.

Die Feuerung in den Oefen geschieht entweder mit Holzkohlen, oder mit Holz, oder mit Steinkohlen; sie ist also entweder ein blosses Gluthfeuer oder ein Flammenfeuer. Weil die Cementirhitze nicht so gross seyn soll, dass sie die Schmelzhitze des Stahls erreicht, so bedarf es nicht des Gluthfeuers, durch welches (wegen der unmittelbaren Berührung des zu glühenden Gefässes mit der glühenden Kohle) der stärkste Grad der Hitze, bei der Anwendung von starkem Luftzuge, hervorgebracht werden kann; sondern das Flammenfeuer reicht hin, die Umänderung des Eisens in Stahl zu bewirken. Desshalb sind die auf Holzkohlen eingerichteten Cementiröfen nur noch höchst selten in Gebrauch. Ohne Zweifel haben die Engländer zuerst den Anfang gemacht, statt der Holzkohlen die Steinkohlen anzuwenden, und der glückliche Fortgang dieser Arbeit bewirkte dann die Anwendung des Holzes. Auch guter Torf wird bei gehöriger Einrichtung der Feuerung mit Nutzen zu gebrauchen seyn.

Bei den Cementiröfen, welche mit Holzkohlen gefeuert werden, stehen die Kästen in der Mitte eines Gewölbes, welches den Ofen bildet, der eigentlich blos aus einem hohlen Raume besteht, welcher, ausser mit den Cementirkästen, noch mit glühenden Kohlen ausgefüllt ist. Die Kiste steht nicht unmittelbar auf der Sohle des Ofens, sondern auf einer kleinen Erhöhung, weil unten an der Sohle des Ofens die Zuglöcher zum Zuströmen der äusseren Luft angebracht sind. In dem Gewölbe des Ofens befinden sich die Zuglöcher zum Ausströmen der Flamme, von deren weiterem Oeffnen oder engerem Schliessen die Stärke der Verbrennung der Kohlen, folglich der Grad der hervorzubringenden Hitze, abhängt. Man erkennt an der Farbe der Flamme und der Windpfeifen, ob alle Zugröhren einen gleich starken Zug haben, oder ob die eine mehr geschlossen, die andere mehr geöffnet werden muss; ob es überhaupt nöthig ist, die Hitze zu verstärken, oder sie zu schwächen u. s. f. Bei'm ersten Anfeuern ist die Farbe der Flamme immer dunkler und roth gefärbt; bei der Beendigung des Brandes müssen alle Pfeifen gleichmässig stark erhitzt und weissglühend seyn. Eine ungleiche Hitze im Ofen bewirkt natürlich eine ungleiche Erhitzung der Kästen und eine sehr ungleichartige Beschaffenheit des Stahls in einem und demselben Stabe.

Das Nachfüllen der Kohlen geschieht durch Röhren, welche unter dem Gewölbe des Ofens angebracht sind, und durch welche der Ofen beständig mit Kohlen gefüllt erhalten wird. Man darf die Kohlen nicht zu tief niederbrennen lassen, weil sonst der Ofen sich zu sehr abkühlen würde, welches man wohl zuweilen absichtlich thut, wenn der Ofen gleich im Anfange des Brennens durch ein Versehen zu schnell in grosse Hitze gerathen ist. Die Röhren liegen also immer voll Kohlen, welche schon vorläufig in Gluth gesetzt werden, damit sie nicht zu kalt in den Ofen kommen. Alle 2 bis 3 Stunden werden sie in den Ofen gestossen und nachgefüllt.

Wenn die Zwischenräume zwischen den Wänden des Ofens und der Stahlkisten, welche mit glühenden Kohlen ausgefüllt sind, auch möglichst enge eingerichtet werden, so verbrennt doch immer eine grosse Menge von Kohlen in der obern Höhe des Ofens ohne Wirkung, wesshalb man die Holzkohlenfeuerung nur noch auf ganz alten Hütten antrifft.

Die auf Holz- oder auf Steinkohlenfeuerung eingerichteten Cementiröfen haben eine und dieselbe Construction und weichen blos darin voneinander ab, dass die Steinkohlenöfen kleinere und engere, die Holzöfen grössere und weitere Feuerungen erfordern. Bei einer bedeutenden Länge der Oefen und der Kisten geschieht das Eintragen des Brennmaterials auf beiden Seiten des Ofens, um die Hitze auf allen Puncten gleichmässiger zu vertheilen.

Ein auf Flammenfeuer eingerichteter Cementirofen hat mit einem gewöhnlichen Glasofen die grösste Aehnlichkeit, nur dass das Gewölbe flacher ist, und dass man ihn nicht rund, sondern viereckig einrichtet, weil die Gestalt der Eisenstäbe lange und eckige Kästen erfordert, folglich bei einer runden Construction des Ofens zu viele Räume unbenutzt bleiben würden. Der Ofen besteht also aus einem Heerde, oder aus einer Sohle, welche durch den, nach der Richtung der Länge des Heerdes und des Ofens gehenden Rost in zwei Hälften getheilt wird. Die Breite des Rostes und die Tiefe desselben unter der Horizontalfläche der Heerdsohle richten sich nach dem anzuwendenden Brennmateriale und nach der Grösse des Ofens, also nach der Breite der Kästen.

Auf beiden Seiten der Feuergasse oder des Rostes steht ein Kasten, so dass ein Cementirofen gewöhnlich mit zwei Kästen besetzt ist. Wenn die Feuerung mit Holz geschieht, so muss der Rost breit seyn, um mehr Brennmaterial fassen zu können. Dadurch entsteht ein sehr weiter Raum zwischen den beiden Kästen, den Rinman dadurch benutzte, dass er noch einen dritten Kasten auf durchbrochenen, gewölbten Bögen über der Feuergasse, oder auf einer sogenannten Gurtmauerung aufstellte, und die Oefen zu drei Kästen einrichtete. Diese Einrichtung ist zweckmässig und vortheilhaft, wenn die Feuerung mit Holz geschieht, folglich eine breite Feuergasse erforderlich ist. Bei der Steinkohlenfeuerung bedarf es aber keines so breiten Rostes, wesshalb der Ofen enger zusammengezogen werden kann, so dass ein engerer und niedrigerer Ofen mit zwei Kästen vortheilhafter ist, als ein zur Aufnahme eines dritten Kastens absichtlich breiter gemachter und, im Verhältniss seiner grössern Breite, auch höherer Ofen. Ausserdem hat die Aufstellung des dritten Kastens über dem Roste manche Schwierigkeit und erschwert in jedem Falle die gleichförmige Circulation der Flamme im Ofen.

Bei einem zu drei Kästen eingerichteten Ofen würde der dritte, über der Feuergasse auf durchbrochenen gewölbten Bögen ruhende Kasten weit stärker, als die andern

beiden, auf dem Heerde des Ofens neben der Feuergasse stehenden Kästen, erhitzt werden: und bei einem zu zwei Kästen eingerichteten Ofen würde ein grosser Theil der Hitze unbenutzt verloren gehen, wenn sich die Flamme von dem Roste, oder aus der Feuergasse unmittelbar nach der Kuppel oder nach dem Gewölbe des Ofens verbreitete. Desshalb wird die vorhin erwähnte Einrichtung getroffen, die Kästen nicht unmittelbar auf der Heerdsohle des Ofens, sondern auf Unterlagen ruhen zu lassen, so dass sich die Flamme überall zwischen der Sohle des Ofens und dem Boden des Kastens verbreiten und die Kästen umspielen kann.

Das Gewölbe oder die Haube (Kuppel) des Ofens muss möglichst flach, aus feuerfestem Thone, oder aus feuerbeständigen Thonziegeln angefertigt und mit gleichmässig vertheilten Oeffnungen zum Ausströmen der Flamme versehen seyn, welche nach Erfordern mehr oder weniger geöffnet werden können. Nur den kleineren Oefen, welche mit Steinkohlen geheitzt werden, genügt eine einzige Ausströmöffnung für Rauch und Flamme in der Mitte des Gewölbes. Weil indess die Festigkeit des Gewölbes durch mehrere in demselben anzubringende Oeffnungen leidet, so trifft man bei den neueren Oefen die zweckmässige Einrichtung, nur eine einzige Oeffnung in der Mitte des Gewölbes anzubringen, aber zur gleichförmigen Verbreitung der Flamme in allen Theilen des Ofens über den Rost einen durchbrochenen Bogen zu spannen, durch welchen der vom Roste aufsteigende Flammenstrom auf dieselbe Weise nach beiden Seiten abgelenkt wird, als wenn ein dritter Kasten über dem Roste vorhanden wäre. Die Zeichnungen Taf. 73, Fig. 1—4 stellen einen Cementirofen bei Holzfeuerung mit 3 Kästen, und Fig. 5—8 einen Cementirofen bei Steinkohlenfeuerung mit 2 Kästen dar.

In einer von den beiden kürzeren Seitenwänden des Ofens befindet sich eine Oeffnung, durch welche man in den Ofen gelangen kann, um das Eisen in die Kästen zu legen und den fertigen Brennstahl wieder herauszunehmen. Diese Oeffnung wird bei'm Betriebe des Ofens zugemauert. Die Eisen- und Stahlstäbe werden durch eine, unmittelbar über den Kästen, in der Mauer des Ofens befindliche Oeffnung, welche bei'm Brande ebenfalls verschlossen wird, in den Ofen hinein- und aus demselbem wieder herausgeschoben.

Die Cementirkästen sind 8 bis 10, auch wohl 15 Fuss lang, 26 bis 36 Zoll breit und 28 bis 36 Zoll hoch. Eine zu grosse Breite ist nachtheilig, weil die in der Mitte des Kastens liegenden Stäbe nicht hinlänglich erhitzt werden würden. Eine grössere Höhe theilt man den Kästen nicht gern zu, weil sich die Flamme bei höheren Kästen nicht so gleichförmig als bei flacheren verbreiten kann. Je niedriger und je schmaler die Cementirkästen sind, desto gleichartiger wird die Beschaffenheit des Cementstahls seyn; je breiter und je höher sie sind, desto weniger lässt es sich vermeiden, dass die den Wänden des Kastens zunächst liegenden Stäbe nicht schon zu stark gebrannt sind, wenn die in der Mitte liegenden Stäbe erst die gehörige Gare erhalten haben.

Die Kästen werden aus feuerbeständigem Thone, oder aus feuerfesten Ziegeln angefertigt. Im ersten Falle muss die Masse nicht zu fett seyn, sondern mit so viel unschmelzbarem reinen Quarzsand versetzt werden, dass sie möglichst wenig schwindet und eine anhaltende starke Glühhitze aushält, ohne Risse und Sprünge zu bekommen. Die Wände werden einige Zoll dick gemacht und müssen zuerst sehr vorsichtig abgetrocknet, nämlich zuerst vollkommen lufttrocken seyn und dann mit aller Vorsicht abgewärmt werden, worauf man sie wieder erkalten lässt, um nachzusehen, ob

sie Risse und Sprünge erhalten haben, welche dann sehr sorgfältig auszubessern sind. Ueberhaupt muss die Beschaffenheit der Kästen vor jedem Brande untersucht werden, weil der kleinste Riss grosse Nachtheile hervorbringen kann.

Am Bequemsten ist es, die Kästen aus guten, feuerfesten Thonziegeln zusammenzusetzen, die Ziegel so lang und hoch, als möglich, zu machen, und sie mit möglichst feinen Fugen zu verbinden. Man giebt den Ziegelplatten alsdann übereinander greifende Falzen, um den Zutritt der Luft möglichst abzuhalten und die Ziegel genau miteinander zu verbinden.

Zuweilen setzt man die beiden kurzen Seitenwände der Kästen mit den Seitenmauern des Ofens unmittelbar in Verbindung, so dass die Kästen nur aus drei Wänden, nämlich aus dem Boden und aus den beiden langen Seitenwänden, bestehen. Oft giebt man den Kästen aber auch besondere kurze Seitenwände und setzt sie aus 5 Flächen, nämlich aus dem Boden, aus den beiden langen und den beiden schmalen Seitenwänden, zusammen.

Kästen aus geschmiedeten eisernen Blechen, oder gegossene eiserne Kästen würden, wenn sie auch sehr sorgfältig mit feuerfestem Thone überzogen oder beschlagen wären, nicht aushalten, sondern bald verbrennen und sich auch zu schnell krumm ziehen. Nur kleine Eisenarbeiten, denen man durch Cementiren mit Kohle Härte und Politur ertheilen will, pflegt man in kleinen, verschlossenen eisernen Gefässen zu glühen.

In England bedient man sich zuweilen recht feuerfester Sandsteinplatten zu den Kästen, welche durch feuerfesten Thon miteinander verbunden werden. Zu den Böden der Kästen würden solche feuerfeste Sandsteinplatten vorzüglich anwendbar seyn. — Eine gute Schmelztiegelmasse ist jeder andern vorzuziehen.

Von der Beschaffenheit der Masse hängt es ab, wieviel Brände die Kästen aushalten können. Die schon gebrauchte Cementirkastenmasse wird mit dem grössten Nutzen zur Versetzung mit frischem Thone angewendet, wenn neue Cementirkästen gemacht werden müssen.

Wir reden hier noch etwas näher von den in Yorkshire angewendeten Oefen.

Die älteren Oefen, in denen man in einer Operation weniger als 5000 Kilogr. (95 Ctr.) Eisen behandelte, sind nach und nach vergrössert und neuerlich hat man welche erbaut, die bis 40000 Kil. (760 Ctr.) aufnehmen können. Jedoch scheint es ebenfalls, dass die letzteren die zweckmässige Grenze für den Haushalt und besonders für die Bequemlichkeit bei'm Betriebe überschritten hätten. Viele Oefen können nur 10000 bis 12000 Kil. aufnehmen und die, welche man vorzugsweise erbauet, selbst die Hütten, die fortwährend zu thun haben, enthalten nur 15000 bis 20000 Kil. (280 bis 380 Ctr.).

Alle Oefen bestehen aus zwei gleichen parallelepipedischen Kästen, welche durch den Feuerraum getrennt werden, und deren fast ganze Oberflächen von den Gasen der Verbrennung umgeben sind. Nachdem die Gase um die Kästen circulirt haben, entweichen sie durch Löcher, die am Anfange des Gewölbes (der sogenannten Haube oder Kuppel des Ofens) und an dessen Umkreise angebracht worden sind, in den Essenmantel.

Die Kästen bestehen entweder aus feuerfesten Ziegelsteinen oder aus sorgfältig ausgehauenem quarzigen Sandsteine. Die beiderseitigen Mineralien finden sich häufig in den Schichten der Steinkohlenformation, welche den Boden dieses Theils von Yorkshire bildet. Die senkrechten Sandsteinwände sind gewöhnlich 6 Zoll (0,153 Met.)

dick; die aus Ziegelsteinen bestehen aus zwei auf die hohe Kante gestellten Schichten, deren ganze Dicke nur $4\frac{1}{2}$ Z. (0,114 Met.) beträgt. Der Boden der Kästen hat gewöhnlich höchstens nur die Hälfte der Stärke der Seitenwände und besteht bei den Ziegelsteinkästen aus drei Schichten von Steinen, die flach übereinander liegen. Die Verbindung der verschiedenen Steine ist durch eine dünne Schicht feuerfesten Thon bewirkt.

Vergleicht man die Oefen sehr verschiedener Dimensionen miteinander, so kann man die Bemerkung machen, dass diese Dimensionen mittelst eines einfachen Gesetzes aus der Menge des bei jeder Operation verarbeiteten Eisens abgeleitet werden können.

Erfahrene Arbeiter können, ohne Nachtheil für den Erfolg der Operation, das Volum des in jedem Kasten eingeladenen Eisens bis auf $\frac{36}{100}$ von dem ganzen Volum von jenem bringen.

Die längste Dimension des innern Raumes der Kästen, welche wir die Länge nennen, ist stets horizontal, und ihr Cubus ist in demselben Verhältnisse als das Gewicht des Einsatzes oder das Volum des Kastens verschieden. Bei Oefen, deren Einsatz sich auf 10000 Kil. beläuft, beträgt diese Länge 9 Fuss 2 Zoll (2,80 Met.) und bei den auf Taf. 3 dargestellten Oefen für eine Ladung von 17600 Kil. 11 Fuss (3,353 Met.). Jedoch weicht man etwas von dem aufzustellenden Zahlengesetze ab, wenn es besonders zweckmässig erscheint, den zu cementirenden Stäben eine bestimmte Länge zu geben.

Die Dicke (wir bezeichnen damit die geringere Dimension des innern leeren Raumes) ist bald vertical, bald horizontal. Diese Dimension ist am Wenigsten verschieden und bleibt gewöhnlich in den Grenzen von 0,70 bis 0,90 Met. (28—36 Zoll). Bei den Oefen, deren Einsatz 24000 Kil. nicht übersteigt, wechselt diese Dimension noch merklich, wie die Cubikwurzel des Einsatzes; über diese Grenze hinaus nimmt sie in einem etwas geringern Verhältnisse zu.

Kurz die Vergleichung sehr vieler Cementiröfen hat zu den folgenden empirischen Formen geführt, mit deren Hülfe man sehr annähernd die Dimensionen der Kästen für Oefen bestimmen könnte, deren Einsatz zwischen 10000 und 24000 Kil. schwankt. Py bezeichnet den ganzen Einsatz in Kilogrammen; v, l, e bezeichnen respective das innere Volum, die Länge und die Dicke der Kästen.

$$v = 0{,}000178 \text{ Cubikmet. } P$$

$$l = 0{,}31 \text{ Met. } \sqrt[3]{P}$$

$$e = 0{,}032 \text{ Met. } \sqrt[3]{P}$$

Für einen bestimmten Ofen sind die direct beobachteten Dimensionen:

$v =$ 3,138 Cubikmet.
$l =$ 11 F. 2 Z. oder 3,41 Met.
$e =$ 2 F. 10 Z. oder 0,86 Met.

Für einen Ofen, der nur eine Ladung von 10000 Kil. aufnimmt, hat die Beobachtung die folgenden Zahlen gegeben:

$v =$ 1,764 Cubikm.
$l =$ 9 Fuss 3 Zoll = 2,80 Met.
$e =$ 2 Fuss $3\frac{1}{2}$ Zoll = 0,70 Met.

Die sechs rechteckigen Flächen eines jeden Kastens sind, wie schon bemerkt, der Einwirkung der Flamme ausgesetzt, ausgenommen an den Stützpuncten, deren nothwendig fünf seyn müssen, damit die Kästen gehörig feststehen. Der Boden ruht auf

massiven, gemauerten Trägern von quadratischem Querschnitte, die zwischen sich leere Räume von gleicher Form der ganzen Länge der Kästen nach lassen.

Bei dem erwähnten Ofen, dessen Kästen aus quarzigem Sandsteine bestehen, sind die massiven Träger und die dazwischen liegenden Canäle 9 Zoll (0,229 Met.) breit und hoch. Die senkrechten Wände der Kästen werden durch 16 kleine Scheidewände (Fig. 17) von $4\frac{1}{2}$ Zoll (0,114 Met.) Dicke gehalten, welche die ganze Höhe der Kästen zwischen denselben und der Umfangsmauer des Ofens einnehmen. Sieben andere Scheiden sind zwischen den beiden Kästen über dem Heerde angebracht, und zuweilen geht die mittlere, stärkere Wand bis unter den Rost hinab und theilt den Heerd in zwei Theile.

Bei den aus Ziegelsteinen erbaueten Oefen haben die massiven Scheider und die unter den Kästen befindlichen Canäle gewöhnlich eine Ziegelsteinbreite von $4\frac{1}{2}$ Z. (0,114 Met.), und die Träger bestehen aus auf der hohen Kante stehenden und in das Mauerwerk eingelassenen Ziegelsteinen; sie sind rautenförmig angebracht und in einer und derselben horizontalen Linie durch zwei Ziegelsteinlängen von 18 Zoll (0,46 Met.) getrennt.

Beide Kästen stehen in gleicher Ebene und symmetrisch in Beziehung auf den sie trennenden Heerd. Dieser ist stets so lang als die Kästen, und seine Breite *c*, oder der Raum zwische beiden ist mit dem Gewichte *P* der Ladung verschieden, fast nach dem in der Formel:

$$e = 0{,}0176 \text{ Met. } \sqrt[3]{P}$$

ausgedrücktem Gesetze.

Diese Formel giebt nur für solche Oefen ein genaues Resultat, deren Einsatz zwischen 13000 und 24000 Kil. besteht. Der Coefficient vermindert sich für grössere Oefen und nimmt bei kleinern zu, besonders, wenn in der Mitte des Raumes zwischen den beiden Kästen eine massive Mauer existirt, welche den Heerd in zwei Theile theilt. Für den erwähnten Ofen führen die Formel und die Beobachtung auf eine Breite des Heerdes von 18 Zoll. Die fünf schmiedeeisernen Roststäbe haben etwa einen Querschnitt von $1\frac{1}{4}$ Zoll (0,033 Met.); sie werden von fünf gusseisernen Querbalken getragen, und darunter liegt der Aschenfall, welcher eben so breit als der Heerd und etwa 2 F. 5 Z. (0,73 Met.) hoch ist.

Die obere Fläche der Stäbe beträgt 15 Zoll (0,381 Met.) von unten herauf des untern Theils der unter den Kästen gebliebenen Canäle. Nach der Achse des Heerdes sind in den beiden entgegengesetzten Wänden des Ofens zwei 18 Zoll breite und 12 Zoll hohe Oeffnungen angebracht, deren Schwelle 12 Zoll über den Stäben liegt. Sie dienen zum Einschüren der Steinkohlen auf dem Roste und sind während des Betriebes mit gusseisernen Thüren verschlossen.

Das die Kästen und den Heerd umgebende Mauerwerk, innerhalb welches das Brennmaterial seine Hitzkraft entwickelt, besteht aus vier senkrechten Mauern, die von einem flachen Gewölbe bedeckt, gegen welches an den schmalen Seiten des Ofens bogenförmige Walme gewölbt sind. Form und Dimensionen dieses Mantels hängen genau mit denen der Kästen und des Heerdes zusammen. Die senkrechten Wände stehen 6 Zoll von den äussern Flächen der Kästen ab; das Gewölbe fängt dicht über den Kästen an, und es ist 2 Fuss 10 Zoll bis 3 Fuss 4 Zoll (0,86 bis 1,01 M.) hoch. Bei dem auf Tafel 3 dargestellten Ofen beträgt seine Höhe 3 Fuss. Diese Höhe ist erforderlich, dass

die Arbeiter das Eisen, ohne zu grosse Unbequemlichkeit, in die Kästen einlegen können.

Der innere Raum des Ofens ist daher rechteckig und hat folgende Dimensionen.

Die dem Heerde parallele Seite 13 Fuss 2 Zoll oder 4,01 Met.

Die auf dem Heerde senkrecht stehende Seite 11 Fuss 6 Zoll oder 3,50 Met.

Am Anfange des Gewölbes sind sechs Oeffnungen angebracht, von denen je drei, an den entgegengesetzten Seiten des Ofens, nahe liegen. Die beiden grössern liegen in der Achse des Ofens selbst und über den Heizthüren, und durch sie begeben sich die Arbeiter in den Ofen; vier kleinere Oeffnungen, die symmetrisch an den kurzen Seiten der Kästen angebracht worden sind, dienen zum Einbringen der Eisenstäbe in die Kästen und zum Herausnehmen der Stahlstäbe aus denselben. Alle diese Oeffnungen sind während des Betriebs mit Ziegelsteinen und Lehm luftdicht verschlossen.

Ausserdem sind auf beiden Seiten des Ofens, etwa in der Mitte der Höhe der Kästen, zwei kleinere quadratische Oeffnungen von wenigstens $4\frac{1}{2}$ Zoll Breite und Höhe angebracht. Es sind die Enden kleiner Canäle, mittelst deren der Arbeiter aus dem Innern der Kästen, während des Betriebes selbst und zu verschiedenen Zeiten desselben, Probestäbe herausnehmen kann, die zu diesem Zwecke bei'm Laden der Kästen mit eingelegt worden sind. Durch diese Proben ist man im Stande, die Fortschritte der Cementation zu beurtheilen und den Augenblick zu erkennen, wenn die Operation vollendet ist.

Nachdem die Flamme rings um die Kästen circulirt hat, entweicht sie durch acht Zugöffnungen, die zu zweien an jeder der vier senkrechten Wände des Ofens angebracht sind. Diese die Flamme gleichförmig vertheilenden Oeffnungen sind in gleicher Ebene mit der obern Fläche der Kästen und am Anfange des Gewölbes angebracht; sie sind quadratisch, 6 Zoll weit und stehen durch Canäle mit gleichem Querschnitte mit 6 senkrechten Essen in Verbindung, die 8 Zoll (0,204 Met.) im Quadrat weit sind und kaum einige Zoll über das Gewölbe hervortreten.

Ein grosser Thurm, der ein festes Fundament hat und aus gewöhnlichen Ziegelsteinen aufgeführt ist, nimmt die aus den kleinen Essen strömenden Gase auf und führt sie ab. Er hat eine fast kegelförmige Gestalt und einen kreisrunden Querschnitt; seine in verschiedenen Hütten sehr verschiedenen Hauptdimensionen sind in der auf Taf. 3 abgebildeten die folgenden:

Aeusserer Durchmesser an der Hüttensohle 36 F. 6 Z. = 8,08 Met.

Stärke des Mauerwerks daselbst 1 F. 9 Z. = 0,53 Met.

Innerer Durchmesser des cylindrischen Aufsatzes 1 F. $8\frac{1}{2}$ Z. = 0,52 Met.

Stärke des Mauerwerks von demselben $4\frac{1}{2}$ Z. = 0,11 Met.

Erhebung des kegelförmigen Theils über den Aschenfall 36 Fuss 3 Zoll = 11,05 Met.

Höhe des cylindrischen Aufsatzes 4 F. = 1,23 Met.

Ganze Höhe des Thurmes 40 F. 3 Z. = 12,27 Met.

Der Durchmesser des Thurms an der Hüttensohle wird immer dadurch bedingt, dass der Ofen und seine Essen gut darunter stehen können. Der Raum zwischen dem letztern und dem Thurme ist bis zum Anfange des Gewölbes mit dem gemeinschaftlichen Gemäuer ausgefüllt. Zwei einander gegenüber liegende Oeffnungen oder Gewölbe sind in dem Thurme in der Achse des Heerdes vorhanden, so dass man zu dem Ofen gelangen kann. Sie sind 6 F. (1,83 Met.) weit, beginnen am Boden des Aschen-

falls und erheben sich 5 Fuss (1,52 Met.) über die Hüttensohle, so dass sie im Ganzen $11\frac{1}{4}$ F. hoch sind.

Die Cementiröfen liegen entweder voneinander getrennt oder zu zwei bis fünf vereinigt. Gewöhnlich enthält eine Cementirhütte zwei Oefen.

Beide Oefen sind in einem länglich viereckigen Gebäude vereinigt, welches 32,62 Met. (104 F.) lang und 10,52 Met. ($33\frac{1}{2}$ F.) breit. Vor der Feuerthüre und nach der Länge des Gebäudes sind Gruben von gleicher Breite wie die Gewölbe des Thurms angebracht, die 4 F. (1,22 Met.) von dem letztern in die Hütte hineintreten. Zwischen den Umfangsmauern des Gebäudes und denen des Thurms, sowie zwischen jenen und den Enden der äusseren Gruben, bleibt ein Zwischenraum von 4 Fuss. Die beiden in der Mitte des Gebäudes liegenden Gruben sind 30 F. (9,14 Met.) voneinander entfernt.

Es ist nöthig, die Balken des Dachstuhls ziemlich hoch über die Sohle zu legen, etwa $15\frac{1}{2}$ F. (4,72 M.), damit die Arbeiter auch in dieser Richtung den nöthigen Platz haben und die Eisen- und Stahlstäbe an den Mauern aufstellen können. Eine 9 Fuss (2,74 Met.) breite Thür gestattet den Wagen bis mitten in die Hütte zu fahren und die Transportkosten für das Material und das Product soviel, als möglich, zu vermindern. Aus diesem Grunde und um Eisen und Stahl magaziniren, wägen, die Eisenstäbe in die gehörige Länge zerschneiden und um das für jeden Betrieb erforderliche Steinkohlenquantum aufstürzen und endlich um alle die in dem Nachstehenden beschriebenen Manipulationen bequem ausführen zu können, hat man den bedeutenden Raum zwischen beiden Oefen gelassen.

Nach einem ganz andern Principe eingerichtete Oefen, welche von den hier beschriebenen eigentlichen Yorkshirer abweichen, finden sich ausnahmsweise in dieser Provinz, sowie auch bei Liverpool und Bristol.

Kästen, Heerd, Canäle und äussere Mauern bis zu dem Gewölbe sind auf dieselbe Weise eingerichtet, wie die der beschriebenen Oefen; die Verschiedenheit besteht besonders darin, dass das Gewölbe oder die Kappe über dem Ofen beweglich ist und der Zug durch eine Esse hervorgebracht wird.

Das Gewölbe ist, wie das der beschriebenen Oefen, kreuzförmig, jedoch weit flacher, als diese; seine Höhe beträgt nur 0,40 bis 0,55 Met. (15 bis 21 Zoll). Die Ziegelsteine, welche das Gewölbe bilden, liegen auf einem länglich viereckigen, gusseisernen Rahmen, und dieser ruht auf vier kleinen Rädern, so dass die Kappe auf eisernen Schienen von dem Ofen leicht weggehoben werden kann, wenn man die Kästen laden oder entleeren will. Ist die Kappe wieder in ihre gehörige Stellung gebracht, so wird der Zwischenraum zwischen dem Rahmen und den obern Rändern der Ofenmauern mit Lehm verstrichen.

Die Esse hat stets eine von den Oefen unabhängige Basis, und es sind zu beiden Seiten derselben zwei Oefen symmetrisch angebracht. Die Gase der Verbrennung entweichen stets durch eine Oeffnung, die in der Mitte der beweglichen Kappe angebracht ist und die mit der Esse durch einen, an dem Gebälke mittelst eisernen Stangen aufgehängten horizontalen Fuchs in Verbindung steht. Man sieht ein, dass bei dieser Einrichtung Flamme und Rauch die Tendenz haben, unmittelbar aus dem Heerde in den Fuchs zu strömen, ohne den Umfang der Kästen zu erhitzen. Jedoch wird dies verhindert und die Dauer der Einwirkung der Flamme auf die Kästen verlängert, indem man durch einen horizontalen Scheider, der in der Höhe des obern Randes der

Kästen angebracht worden ist, den Zwischenraum zwischen diesen und über dem Heerde gänzlich verschliesst. Die Flamme muss daher in einem 6 Zoll breiten Raume zwischen den Kästen und den Umfassungsmauern des Ofens circuliren; ausserdem hält man auch das Ausströmen der Flamme dadurch auf, dass man die Breite der Canäle in der Ebene des obern Randes der Kästen bis auf $1\frac{1}{2}$ Zoll verengt. Die Esse veranlasst stets in dem Ofen, ausgenommen, wenn man ihn erst in Betrieb setzt, einen zu starken Zug, den man nicht wie bei den Yorkshirer Oefen durch den Rost regulirt, sondern indem man auf dem horizontalen Fuchse eine Oeffnung aufmacht und eine um so grössere Luftmenge zulässt, je mehr man die Lebhaftigkeit der Verbrennung beschränken will.

Es scheint uns diese Einrichtung eine sehr zweckmässige zu seyn; das Einsetzen des Eisens und das Herausnehmen des Stahls ist bequem, die Regierung des Feuers leicht, und obgleich sie viele gusseiserne und eiserne Armaturen erfordert, die bei dem andern Systeme wegbleiben können, so sind die Anlagekosten doch nicht viel bedeutender. Der Brennmaterialverbrauch ist bei aufmerksamem Schüren und bei aufmerksamer Regulirung des Feuers etwas geringer. Kurz es scheinen diese Oefen vor den Yorkshirer in alle den Hütten den Vorzug verdienen, wo die Löhne gering sind und wo man nur wenig Eisen auf einmal cementirt.

Bei dem zur Brennstahlbereitung anzuwendenden Stabeisen ist nicht allein die innere Beschaffenheit desselben, sondern auch die äussere Gestalt zu berücksichtigen.

Das harte, körnige, aber dabei feste und vollkommen zähe, dehnbare Eisen ist dem weichen und zähen Eisen vorzuziehen, weil es mehr zum Stahlwerden geneigt ist. Ebenso ist das aus manganhaltigen Erzen, oder aus sogenannten Stahlerzen, erzeugte Stabeisen zum Stahlcementiren ganz vorzüglieh anwendbar. Die Gründe sind bereits früher entwickelt. Auf der Oberfläche sehr verrostetes Eisen muss zum Cementiren nicht genommen werden.

Alles Eisen, welches schon durch Risse, Schiefern und Brüche seine unganze oder fehlerhafte Beschaffenheit äusserlich zu erkennen giebt, ist durchaus zu vermeiden, weil die Brüchigkeit des Eisens durch die Umwandlung in Stahl noch vergrössert wird und einen spröden, unbrauchbaren Stahl erwarten lässt. — Langrisse deuten zwar auf zähes, aber auf weiches, sehniges Eisen, welches zur Stahlbereitung wenig geeignet ist.

Die Breite der Eisenstäbe ist ziemlich gleichgültig, gewöhnlich beträgt sie $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll. Die Dicke der Stäbe sollte aber niemals über $\frac{1}{2}$ Zoll betragen. Nur wenn man ganz gewöhnlichen groben und harten Stahl erzeugen, oder wenn man den Cementstahl blos als Material zum Gussstahl anwenden will, können die Stäbe bis $\frac{3}{4}$ Z. stark seyn. Dann erfordern sie aber auch eine länger anhaltende und stärkere Hitze, um ganz durchgebrannt zu werden, wobei der innere Kern zwar einen guten, die äusseren Flächen aber einen sehr harten und spröden Stahl geben, welcher öfter raffinirt werden muss, um einen gleichartigen Stahl zu erhalten. Dünnere Stäbe können bei einem einmaligen Raffiniren oft besseren Stahl geben, als dickere Stäbe von demselben Eisen bei einem zweimaligen Raffiniren, wesshalb bei der Anwendung dünnerer Stäbe bedeutend an Kosten erspart, und wegen des Abgangs bei'm jedesmaligen Raffiniren mehr Stahl ausgebracht wird.

Die Länge der Stäbe richtet sich nach der Länge der Cementirkästen. Weil sich der Stahl in der Glühhitze etwa um $\frac{1}{120}$ seiner Länge ausdehnt, so muss auf diese Ausdehnung Rücksicht genommen werden, damit die Stäbe die Kästen nicht zer-

sprengen. Wären die Kästen, z. B., 10 Fuss lang, so dürfen die Stäbe nur höchstens 9 Fuss 11 Zoll lang angewendet werden. Man nimmt sie aber gewöhnlich einige Zoll kürzer, damit sie nirgends die Wände der Kästen berühren. Wollte man sie noch kürzer anwenden, so würde ein Theil des Raums in den Kästen unnöthig verloren gehen.

Das Cementirpulver, mit welchem das Stabeisen in den Kästen geschichtet wird, muss durchaus Kohle seyn oder enthalten. Zu einer Zeit, als die Theorie die Ursache der Verschiedenheit des Stahls vom Stabeisen noch nicht in's Licht gestellt hatte, waren Réaumur, und später auch Rinman, bemüht, den Einfluss mehrerer Substanzen auf das Eisen auszumitteln, und durch Versuche ein Cementirpulver aufzufinden, welches das Stahlwerden des Eisens am Schnellsten und Vollkommensten befördere. Da sie bei ihren Versuchen von keiner richtigen Theorie geleitet werden konnten, so wendeten sie zum Theil auch Substanzen an, durch welche sie den Zweck verfehlten und das Stabeisen, statt demselben eine grössere Härte mitzutheilen, zuweilen noch weicher machten. Aus seinen vielen und abgeänderten, sehr mühsamen Versuchen gelangte Réaumur endlich zu dem Resultate, dass ein Gemenge aus 2 Theilen Russ, 1 Kohlenstaub, 1 Asche und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Kochsalz das beste Cementirpulver sey, und dass nächstdem der Graphit mit dem besten Erfolge angewendet werden könne. Dass überhaupt alle Körper, in denen Kohle befindlich war, also auch Bohrspäne von Roheisen, das Stabeisen in Stahl zu verwandeln vermöchten, zeigten ihm seine Versuche ebenfalls, indem man schon früher aus Erfahrung wusste, dass der reinste Eisendraht zu Stahl ward, wenn man ihn in flüssiges Roheisen tauchte und etwas abschmelzen liess.

Obgleich der Zusatz von Kochsalz zum Cementirpulver zur Umänderung des Stabeisens in Stahl nichts beitragen kann, so hat sich Réaumur's Angabe doch durch spätere Erfahrungen als richtig erwiesen. Ein Zusatz von 2—3 Procenten Kochsalz zum Cementirpulver gewährt wirklich einen Nutzen, welcher darin zu bestehen scheint, dass die Oxydhaut, mit welcher die Eisenstäbe mehr oder weniger bedeckt sind, durch das Kochsalz weggebeitzt wird. Aus demselben Grunde scheint Salmiak noch wirksamer zu seyn, als Kochsalz. Rinman hält sich durch seine Erfahrungen zu dem Schlusse berechtigt, dass das Kochsalz dem Eisen zwar eine grössere Härte mittheilt, aber einen spröden Stahl giebt, welches bei einem sehr grossen Verhältnisse an Kochsalz in dem Cementirpulver auch leicht denkbar ist.

Der Nutzen des Zusatzes von Asche zu dem Cementirpulver ist theoretisch nicht wohl einzusehen. Noch jetzt pflegt man dem Kohlenpulver den zehnten Theil Asche zuzusetzen, und will aus Erfahrung wissen, dass der Stahl gleichartiger und härter wird, als ohne Zusatz von Asche. Vielleicht wirkt sie blos mechanisch, um eine schleunige Einwirkung der Kohle auf das Eisen zu vermindern und eine gleichartigere Durchdringung der vom Eisen schon aufgenommenen Kohle zu bewirken, ehe ein neuer Zuschuss von Kohle von Aussen erfolgen kann.

Die Kohle muss im zerpülverten, aber nicht staubartigen Zustande angewendet werden, und wird daher zerstampft und durch ein grobes Sieb geworfen. Das schon einmal angewendete Pulver soll bei'm folgenden Brande nur zur Hälfte wieder genommen werden können, bei'm dritten Brande aber nicht mehr zu gebrauchen seyn, und durch ganz neues ersetzt werden müssen. So lange die Gründe von solchen Vorschriften noch nicht eingesehen werden können, ist man genöthigt, der Erfahrung zu

folgen, obgleich die Theorie keinen Aufschluss darüber giebt, warum die mehrere Male geglühete Kohle eine andere Wirkung, als die nur einmal geglühete Kohle, hervorbringen soll.

Die Kohle von harten Hölzern (besonders von Birken und Wachholder) ist wirksamer, als die von weichen Hölzern. Gut ausgeglühter Russ würde wegen seiner grossen Reinheit, indem er als eine völlig reine Kohle zu betrachten ist, ganz vorzüglich zu empfehlen seyn, wenn die Erfahrung zeigen sollte, dass durch die zu feine mechanische Zertheilung nicht der Nachtheil entsteht, dass er als ein zu schlechter Wärmeleiter die Erhitzung der in der Mitte der Kästen befindlichen Eisenstäbe zu sehr verhindert. Dies stimmt auch mit Réaumur's Erfahrungen überein und widerlegt zugleich die Ansicht, dass die Kieselerde in der Kohle, durch Umwandlung in Silicium, sich besonders vortheilhaft bei'm Stahlcementiren verhalten möchte. Wenn die in der Holzkohlenasche in sehr geringer Menge befindliche Kieselerde wirklich als Silicium mit dem Eisen in Verbindung tritt, welches nicht geläugnet werden kann, so kann diese Verbindung gewiss keinen vortheilhaften Einfluss auf die Beschaffenheit des Stahls äussern, vielmehr würde derselbe dadurch verschlechtert werden. Vielleicht besteht der Nutzen des Zusatzes von Kochsalz zum Cementirpulver und der günstige Einfluss, den das Kochsalz auf die Beschaffenheit des Stahls bei'm Cementiren äussert, auch noch darin, dass das Chlor die Verbindung des Siliciums mit Eisen verhindert.

Auch in den neuesten Zeiten hat man noch Zusätze von Borax, Alaun, Essig, Wein und ähnlichen Substanzen empfohlen, die, wenn sie nicht zum Theil nachtheilig auf das Eisen wirken, wenigstens füglich ganz weggelassen werden können. — Leder, Pferdehufe, blausaures Eisenkali sind ganz wirksame Dinge, die sich indess bei einer Fabrication im Grossen nicht immer anwenden lassen. Dahin gehören auch die Zusätze von Braunstein und Salmiak.

Durch die Anwendung des ölbildenden Gases bei dem Processe des Stahlcementirens will man einen vorzüglich guten Cementstahl erhalten haben. Dieser Erfolg ist sehr wahrscheinlich, weil durch die Einwirkung des Gases nur ganz reine Kohle mit dem Eisen in Verbindung gebracht wird. Die durch Erfahrung vollständig bestätigte schnelle und erfolgreiche Umänderung des Eisens in Stahl durch thierische und durch einige vegetabilische unverkohlte Substanzen lässt sich sehr wohl durch die Wirkung des Kohlenoxydgases erklären, welches aus jenen Substanzen entwickelt werden mag.

Der, in der Regel, nicht unbeträchtliche Aschengehalt der Coaks, vorzüglich aber die Beschaffenheit der Steinkohlenasche (bei welcher Kiesel- und Thonerde die vorwaltenden Bestandtheile sind, statt dass die Holzkohlenasche nur höchst wenig Kieselerde enthält), sind es ohne Zweifel, wodurch die Coaks zur Anwendung bei'm Cementiren unbrauchbar werden, so dass man sich, in Ermangelung des Russes, des Holzkohlenpulvers bedienen muss.

Bei dem Besetzen der Kästen wird zuerst eine etwa 2 Zoll hohe Schicht Cementirpulver gleichförmig ausgebreitet und fest zusammengedrückt. Dann werden die Eisenstäbe auf der hohen Kante nebeneinander hingestellt, so dass zwischen der ersten Stange und den Wänden des Kastens ein Zwischenraum von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Z. bleibt. Je dünner die Eisenstäbe sind, desto geringer müssen diese mit Cementirpulver auszufüllenden Zwischenräume eingerichtet werden. Zu weite Zwischenräume verzögern das Stahlwerden, ohne Zweifel, weil die Kohle ein schlechter Wärmeleiter ist und

weil die Hitze in der Mitte der Kästen daher nicht gross genug werden kann, wenn die äussere Hitze nicht so sehr verstärkt wird, dass die zunächst an den Wänden der Kästen liegenden Stäbe darunter leiden. Bei dickeren Stäben wird die Hitze in den Kästen stärker, wesshalb auch die Zwischenräume grösser seyn können. Ueber der ersten Schicht wird wieder eine $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll starke Schicht von Cementirpulver ausgebreitet, und auf dieser werden die Eisenstäbe abermals nebeneinander, wie bei der ersten Schicht, aufgestellt. Mit solchen abwechselnden Schichten von Cementirpulver und Eisenstäben wird so oft abgewechselt, bis die Kästen so weit angefüllt sind, dass nur noch 6 Zoll zu ihrer völligen Ausfüllung fehlen. Dieser Raum wird mit schon gebrauchtem Cementirpulver von den vorigen Bränden angefüllt, und das Gestübbe alsdann noch mit unschmelzbarem, etwas angefeuchtetem Sande bedeckt, welcher so hoch angehäuft wird, als es ohne Herabgleiten möglich ist. Wenn man aber, statt des Sandes, feste, gemauerte Deckel anwendet, so müssen die Kästen mit Kohlenpulver ganz angefüllt werden, und die oberste Eisenschicht muss wenigstens 6 Zoll stark mit Kohlenpulver bedeckt seyn.

Bei dem Besetzen der Kästen ist mit der grössten Sorgfalt darauf zu sehen, dass sich die Eisenstäbe nirgends einander berühren, und dass sie auch von den Wänden der Kästen gehörig entfernt bleiben. — Die vorderen Enden der Stäbe, welche gewöhnlich noch roh sind, müssen verhauen und mit etwas gröberem Kohlenstaub umlegt werden.

Nach dem Besetzen werden die Oeffnungen, durch welche die Eisenstäbe in den Ofen geschoben wurden, zugesetzt, auch die Oeffnung in der Seitenwand des Ofens, durch welche der Arbeiter in den Ofen gelangen musste, um die Cementirkästen zu besetzen, wieder zugemauert, und es wird mit dem Anfeuern des Ofens der Anfang gemacht.

Der Ofen muss nicht plötzlich zu stark erhitzt werden, weil dies dem Ofen und den Cementirkästen nachtheilig seyn und zum Reissen und Springen der Gefässe Anlass geben würde. Desshalb muss die Anwärmung stufenweise erfolgen, und der Ofen erst nach Verlauf von zwei bis vier Tagen bis zu dem Grade des Glühens erhitzt werden, welcher zur Stahlbereitung erforderlich ist. In dieser Hitze, welche die Temperatur der vollkommenen Weissglühhitze erreicht, muss man den Ofen ununterbrochen zu erhalten suchen, bis das Eisen durchgebrannt ist und der Ofen abkühlen kann.

Die Zeit oder die Dauer des Brandes ist von dem Feuerungsmaterial, von der Grösse des Ofens, von der Stärke der Stäbe und von der Grösse des Zuges, den man zur Verstärkung der Hitze anwendet, abhängig. Ein geübter Arbeiter weiss mit grosser Zuverlässigkeit, wann er das Feuer abgehen lassen kann. Um indess möglichst sicher zu gehen, legt man Probestangen in verschiedenen Höhen auf beiden Seiten des Ofens in die Cementirkästen. Diese Probestangen müssen bei'm Gange des Ofens herausgezogen werden können und wenigstens 10 bis 15 Zoll in die Kästen hineinreichen. Die Kästen sind hierzu eingerichtet und mit einer Oeffnung versehen. Bei den Kästen, welche keine besonderen schmalen Seitenwände haben, sondern bei denen die Wände des Ofens zugleich die Seitenwände bilden, lässt sich die Vorrichtung noch leichter anbringen. — Ein grösserer Ofen erfordert ein langsameres Anwärmen und ein länger anhaltendes Brennen, weil grössere Räume zu erhitzen sind. Bei der Anwendung von Steinkohlen wird die Hitze im Ofen schon desshalb immer grösser, als bei der Anwendung von Holz, weil die Steinkohlenöfen kleiner und enger zusammengezogen sind,

wesshalb ein Brand bei Steinkohlen in kürzerer Zeit beendigt seyn kann, als ein Brand bei Holz, unter übrigens gleichen Umständen.

In kleineren Oefen kann ein Brand schon in 4 Tagen beendigt seyn, wogegen in grösseren Oefen 10 bis 12 Tage dazu erforderlich sind. Die Menge des einzusetzenden Eisens ist von 10 bis 100 Centr. abweichend, indem es einleuchtet, dass Alles von der Grösse der Kästen abhängt, die man anwenden will. Oefen von mittlerer Grösse, in denen bei jedem Brande 40 bis 50 Centner Eisen cementirt werden können, scheinen die vortheilhaftesten hinsichtlich des Brennmaterialienverbrauchs zu seyn. Je schmaler und niedriger die Kästen sind, und je weniger Eisen mit Einemmale cementirt wird, desto gleichartiger wird der Stahl ausfallen.

Auf die Regulirung des Feuers durch die Zugöffnungen im Gewölbe, welche nach Umständen mehr oder weniger geöffnet, auch wohl ganz geschlossen werden müssen, ist vorzugsweise Rücksicht zu nehmen. Ein zu kalter Ofen verursacht unnöthigen Brennmaterialienverbrand, weil die Stahlbildung eine um so bedeutendere Hitze erfordert, je grösser die Kästen sind, und je dickere Stäbe man angewendet hat. Eine zu starke Hitze bringt das Eisen zum Schmelzen, und man würde statt des Stahls nur Roheisen, wenigstens eine roheisenartige, spröde und unbrauchbare Masse, erhalten. Jeder Stahlbrenner muss seinen Ofen kennen, um nach der Farbe der Flamme und nach dem Ansehen der Probestangen die Dauer des Brennens und die Stärke der zu ertheilenden Hitze abzumessen. Wäre ein zweckmässiges Pyrometer bekannt, so würde man sich den geübten Augen des Arbeiters allein nicht überlassen dürfen.

Eine heftige Hitze befördert und beschleunigt die Umwandlung des Eisens in Stahl allerdings, und es würde daher auch möglich seyn, in kürzerer Zeit bei grösserer Hitze das zu erreichen, was man in längerer Zeit bei geringerer Hitze zu bewirken sucht; aber abgesehen, dass die Hitze sehr leicht bis zum Schmelzgrade steigen kann, hat die Erfahrung auch gezeigt, dass der durch plötzliche Hitze entstandene Stahl ungleichartiger ist, als der Stahl, welcher durch langsame Einwirkung der Kohle erzeugt ward. Ohne Zweifel kann die Vertheilung der Kohle bis zum Mittelpuncte des Eisenstabes in einer kurzen Zeit nicht gleichmässig erfolgen.

Während der Dauer des Brandes sinkt die Cementmasse in den Cementirkästen etwas zusammen, wesshalb die Bedeckung mit Sand nicht allein viel bequemer, sondern auch desshalb vorzuziehen ist, weil der feste Deckel nicht mit nachsinken kann und daher leicht zur Entstehung von hohlen Räumen Anlass giebt, durch welche die Luft eindringen und das Eisen verschlacken würde, wenn man dies nicht etwa durch eine starke Schicht von Kohlenstaub verhindert. — Die Probestäbe müssen nicht allein von derselben Qualität, sondern auch von derselben Dimension angewendet werden, als das zu cementirende Eisen selbst, weil man sonst leicht irregeleitet werden würde.

Der Gang der Cementation lässt sich auf der frischen Bruchfläche der herauszunehmenden Probestäbe deutlich bemerken. Zuerst fängt die Stahlbildung an den Oberflächen an und pflanzt sich bis zum Mittelpuncte fort, der oft noch eine eisenartige Textur und eine bläuliche Eisenfarbe besitzen kann, wenn die äusseren Eisentheile schon zu Stahl geworden sind. Wenn sich von einem Eisenkerne nichts mehr bemerken lässt, so wird mit dem Nachfeuern eingehalten; der Ofen muss langsam erkalten, damit die Kästen keine Risse erhalten; und wenn er nach mehrern Tagen kalt geworden ist, so macht man eine Oeffnung in der einen Seitenwand, durch welche sich der Stahlarbeiter in den Ofen begiebt, den Sand und das Gestübbe abnimmt, die Stahl-

stangen durch eine Oeffnung aus dem Ofen schiebt, die Kästen genau untersucht, ausbessert, von Neuem besetzt u. s. f.

Die Stahlstäbe sind überall mit Blasen bedeckt, welche um so grösser sind, je weicher und je undichter das Eisen war. Hartes, festes und zähes Eisen giebt unter denselben Umständen weniger und kleinere Blasen. Sonderbar ist es, dass diese Blasen sich als Erhöhungen auf der Oberfläche des Eisens zu erkennen geben, als wenn die elastische Flüssigkeit aus dem Eisen entwichen wäre, welche sich erst durch die Aufnahme der Kohle gebildet hätte. Wegen der Eigenschaft des Brennstahls, beständig Blasen zu zeigen, nennt man den rohen, nicht raffinirten Brennstahl auch wohl Blasenstahl, Es ist eine sehr wahrscheinliche Vermuthung, dass diese Blasen von der dem Eisen mechanisch beigemengten und in die Eisenmasse eingepressten Schlacke herrühren, deren Bestandtheile sich reduciren und zur Entstehung von Kohlenoxydgas, vielleicht auch von kohlensaurem Gase, Anlass geben.

Die Stahlstäbe müssen mit einer glatten, völlig blanken Oberfläche aus dem Ofen kommen, und bei der Anwendung von weichem Eisen muss jede Spur von sehnigem Gefüge, sowie überhaupt die bläuliche Eisenfarbe auf dem frischen Bruche, völlig verschwunden seyn. Je stärker die Eisenstäbe waren, desto gröber wird das Gefüge an den Rändern, desto matter und gelblichweisser das Ansehen, zum Beweise, dass der Stahl an den Rändern schon überbrannt werden musste, um in der Mitte keinen Eisenkern zu behalten. — Glänzende Stellen in der Mitte der Stange deuten immer auf Eisen, wenn auch kein eisenartiges Gefüge mehr bemerkbar seyn sollte.

Das zu starke Brennen auf einzelnen Puncten der Oberfläche lässt sich niemals vermeiden, wenn kein Eisenkern zurückbleiben soll, wesshalb das Raffiniren diese Unvollkommenheiten wieder ausgleichen muss. Dadurch erhält der nicht raffinirte Brennstahl aber eine Sprödigkeit, so dass die Stäbe, wenn sie aus dem Ofen kommen, sich mit einem dumpfen Laute, als wenn sie ganz mürbe wären, unter dem Hammer zerschlagen lassen müssen. Muss man starke Schläge anwenden, so ist, in der Regel, noch ein eisenartiger Kern zurückgeblieben. Sehr anzurathen ist es, die Stahlstäbe sogleich bei'm Zerschlagen sorgfältig zu sortiren, besonders weil auch die Stäbe in der Mitte der Cementirkästen, in der Regel, nicht so stark gebrannt sind, als diejenigen, welche zunächst an den Wänden lagen.

Wenn das angewendete Stabeisen von allem Glühspane frei und gut und völlig rein ausgefrischt war, so nimmt es $\frac{1}{250}$ bis $\frac{1}{200}$ seines anfänglichen Gewichts bei'm Cementiren zu. In England rechnet man, in der Regel, $\frac{2}{5}$ Procent Gewichtszuwachs, wenn man vorzüglich gutes, starkes und zähes Eisen anwenden kann. Wenn dies nicht der Fall ist, wird weder Gewichtsverlust noch Gewichtsvermehrung angenommen.

Eine besondere Art von Stahlcementation ist die sogenannte Oberflächen- oder Insatzhärtung, bei welcher das Eisen nicht durchgängig, sondern nur auf der Oberfläche, in Stahl verwandelt wird. Diese Art der Cementation wird nur bei schon fertigen Eisenwaaren angewendet, denen man dadurch eine grössere Härte, oder einen stärkern Glanz und eine höhere Politur ertheilen will, Die Eisenfabricate werden in verschlossenen eisernen (blechernen) Kästen, mit dem Cementirpulver geschichtet, stark durchgeglüht und noch glühend schnell herausgenommen und im Wasser abgelöscht. Knöpfe, Kettenglieder, Nähnadeln u. s. f. pflegt man auf diese Art zu härten. Der gefüllte Kasten wird mit glühenden Kohlen umgeben, die man so oft erneuert, als die in die Kästen hineingesteckten und von Zeit zu Zeit herauszuziehenden und zu untersu-

chenden Eisendrähte zeigen, dass die Cementation noch fortgesetzt werden muss. Je länger die Cementation dauert, desto dicker wird die Stahlhaut, desto spröder und brüchiger werden aber auch die Waaren. Aus Eisendraht angefertigte und auf diese Art cementirte Nähnadeln sind daher auch immer schlecht, weil die gehärteten Spitzen leicht abbrechen und bei'm Anschleifen weiche Spitzen geben, indem in der Mitte ein Eisenkern stehen geblieben ist. Bei schneidenden und spitzen Waaren sollte daher diese Härtungsmethode nicht angewendet, sondern solche Fabricate sollten immer aus Stahl angefertigt werden. Dagegen ist sie zu blos polirten Arbeiten, von denen man nur Härte und Politur, aber keine grosse Festigkeit verlangt, zu empfehlen. Vorzüglich bedient man sich der Oberflächenhärtung aber bei dem Stahle selbst, nämlich bei denjenigen Stahlwaaren, die vorher weich gemacht werden müssen, um sie mit dem Grabstichel bearbeiten (radiren) zu können, und welche nachher auf der Oberfläche eine grosse Härte erhalten müssen.

Nach Rinman soll ein aus 4 Theilen zerpülverten Birkenkohlen, 3 Theilen Russ und 1 Theil verkohltem Leder bestehendes Cementirpulver die besten Dienste leisten. Es scheint überhaupt, dass die thierische Kohle das Stahlwerden mehr als die vegetabilische befördert, wesshalb man sich des Leders bei den Oberflächenhärtungen mit so grossem Nutzen bedient. Der Grund dieser Erscheinung ist unbekannt, und vielleicht in der Entwickelung der Gasarten zu suchen, vielleicht auch in der Reinheit der thierischen Kohle und des Russes, welche höchst wenig Asche hinterlassen.

Es versteht sich von selbst, dass der Zutritt der Luft sorgfältig abgehalten, und dass der Kasten daher gut verschlossen seyn muss. Das Oeffnen und Entleeren der Kästen muss schnell geschehen, damit die glühende Eisenwaare abgelöscht wird, ehe sie Glühspan ansetzen kann. Das zu cementirende Fabricat muss vorher ganz rein gefeilt und nach Umständen auch geschmirgelt seyn.

Wenn der Stahl den höchsten Grad der Feinheit des Korns behalten und keine zu grosse Sprödigkeit erhalten soll, so muss er in schwacher Hitze gehärtet werden. Bei schneidenden Waaren ist diese Vorsicht um so nothwendiger, weil die Spitzen oder die feinen Schneiden leicht zu stark erhitzt werden und dann bei'm Härten eine zu grosse Sprödigkeit erlangen. Desshalb ist die Oberflächenhärtung bei solchen Stahlwaaren ganz unanwendbar, indem das Cementirpulver bei einer zu geringen Hitze nicht wirksam werden kann, bei einer zu starken Hitze aber das Gefüge des Stahls grob wird und bei'm Härten oder Ablöschen zwar eine sehr grosse Härte hervorgebracht, aber auch die Sprödigkeit ungemein erhöht wird. Nur bei den stählernen Feilen und Raspeln, welche den Hieb im weichen und noch nicht gehärteten Zustande des Stahls erhalten, muss man die Härte durch eine Oberflächenhärtung vermehren, weil die feinen Zähne schon die Wirkungen des Cementirpulvers erfahren, ohne dass sie über den zum Härten erforderlichen Grad des Glühens erhitzt werden dürfen. Man lässt sie in reinem Kohlenfeuer braunroth werden, reibt sie dann schnell mit Horn ab, glüht sie dann noch einmal bis zur lichtrothen Glühhitze zwischen Kohlen und taucht sie senkrecht in kaltes Wasser. Oder man überzieht sie kalt, mit einem Brei aus verkohltem Leder und ebensoviel Russ mit Bierhefen, auch wohl mit einem Brei aus verkohltem Leder, Russ und Milch, trocknet den Ueberzug schnell und glüht die Feilen in reinem Kohlenfeuer bis zur hellrothen Glühhitze, worauf man sie senkrecht in kaltem Wasser ablöscht. Ein Zusatz von einigen Procenten Kochsalz, oder auch von Salmiak, zu dem Härtepulver ist bei dem Härten der Feilen und Raspeln sehr wirksam und kaum durch ein

anderes Mittel zu ersetzen. — Zu den Härtepulvern hat man übrigens ebenso, wie zu den Cementirpulvern, eine Menge der verschiedenartigsten Substanzen als Zusätze empfohlen. Ein recht wirksames Mittel soll das blausaure Eisenkali seyn. Die zu härtenden Gegenstände werden auf der Oberfläche gereinigt, dann stark rothglühend gemacht, aus dem Feuer genommen, mit zerpülvertem und an der Luft zerfallenen blausaurem Eisenkali bestreut, welches sogleich schmilzt, alsdann wieder in das Feuer gebracht, zur starken Rothgluth erhitzt und in kaltem Wasser abgelöscht.

In manchen Fällen kommt es darauf an, den Stahl recht weich zu machen, ehe er durch die Insatzhärtung den höchsten Grad der Härte erhält. Die Operation des Weichmachens des Stahls nennt man das Nachlassen desselben. Die Absicht dabei besteht darin, den Stahl oder vielmehr die daraus bereiteten Gegenstände leicht mit der Feile oder mit andern Werkzeugen bearbeiten zu können. Man erreicht diesen Zweck durch das blosse Glühen in dicht verschlossenen Gefässen. Um jedoch die Luft völlig abzuhalten, ist es nützlich, ihn mit einer Hülle zu umgeben, wozu man entweder ganz reine Eisenfeile, oder ein Gemenge von 2 Theilen fein geriebener Kreide und 1 Theil Kohlenpulver anwenden kann. Eine 6- bis 8stündige, jedoch nur schwache Glühhitze, welche die braunrothe Glühhitze nicht übersteigt, reicht vollkommen hin, den Stahl so weich zu machen, dass er sich mit allen Werkzeugen leicht bearbeiten lässt und nach erfolgter Bearbeitung gehärtet werden kann.

Production, Materialverbrauch, Fabricationskosten. Ein Cementirofen kann jährlich höchstens 20 Mal betrieben werden. Eine Stahlhütte von mittlerer Grösse enthält drei Oefen, die so eingerichtet sind, dass sie drei verschiedene Ladungen aufnehmen können, nämlich: 12- bis 15000 Kil., 15- bis 18000 Kil. und 18- bis 22000 Kil., so dass die jährliche Production der drei Oefen etwa 10000 metrische oder etwa 19100 Cöln. Centn. betragen kann.

Unter den gewöhnlichen, und besonders bei den beschränkten Umständen aber, in denen sich das Yorkshirer Stahlhüttengewerbe seit einigen Jahren befindet, ist die Production der Hütten stets geringer, als sie seyn kann. So haben im Jahr 1842 die 97 Cementiröfen in Yorkshire, welche in 33 Hütten vertheilt sind, höchstens 165000 metr. Centn. (315000 preuss. Centn.) producirt, so dass auf eine mit drei Oefen versehene Hütte nur 5000 metr. Centner und auf jeden Ofen nur 1667 metr. Centner kommen.

Mehrere grosse Stahlwaarenfabricanten bereiten sich den Cementstahl, den sie verbrauchen, selbst. Da ihr unmittelbarer Absatz gesichert ist, so können sie den Materialienverbrauch und das erforderliche Personal auf längere Zeit vorher bestimmen und daher eine im Durchschnitte höhere Production erzielen, als oben angegeben wurde.

Die meisten Cementstahlwerke werden aber von kleinen Fabricanten betrieben, deren einziger Erwerbszweig es ist, das Eisen zu passenden Preisen in rohen Cementstahl zu verwandeln. Es befinden sich diese Fabricanten in einer weit ungünstigern Lage, um einen wesentlichen Gewinn von ihrem Gewerbe zu ziehen, und sie leiden weit stärker bei den Missgeschicken und Schwankungen der ganzen Stahlindustrie.

Ehe wir von den Productionskosten des rohen Cementstahls in Yorkshire reden, wollen wir erst wenige Worte über die Zweckmässigkeit sagen, Bemerkungen dieser Art in practisch-hüttenmännische Abhandlungen aufzunehmen, und wollen die Grundsätze darlegen, welche den Productionskostenberechnungen zu Grunde gelegt werden müssen.

Die Gewerbe können nur dann bestehen, wenn sie dem Fabricanten einen passenden Gewinn gewähren; denn die Vollkommenheit in der Industrie besteht nicht darin, wenig rohes Material, wenig Brennstoff und wenig Arbeit zu verbrauchen, sondern darin, zu möglichst billigem Preise ein gutes Fabricat zu liefern. Die Wahl einer Methode bleibt ein ungelöstes Problem, so lange man nur technische Rücksichten nimmt; sobald man damit aber auch die Haushaltsbedingungen für irgend eine Localität verbindet, ist es als gelös't zu betrachten. Die Productionskostenberechnung ist aber das einzige Mittel, um für jeden bestimmten Fall die Zweckmässigkeit eines hüttenmännischen Verfahrens zu bestimmen und man muss daher dort die Bestätigung der vorhandenen Thatsachen und der zu machenden Verbesserungen suchen.

Auf den ersten Blick scheint es, dass eine Productionskostenberechnung für jeden besondern Fall sehr viel zufällige und willkührliche Data, die wenig geeignet zur Characteristik eines Hüttenprocesses seyen, darbieten. Gewiss ist es auch, dass, wenn man diese Berechnungen so anstellte, wie es die Fabricanten thun, man fast immer finden würde, dass unter beinahe gleichen technischen Bedingungen stehende Hütten sehr verschiedene Productionskosten haben. Der besondere Gegenstand dieser Abhandlung gestattet nicht, auf die Ursachen dieser Abweichungen einzugehen, und wir beschränken uns daher darauf, diese Berechnungen untereinander vergleichbar zu machen und dem Hüttenwesen genaue Mittel an die Hand zu geben, die ihm bis jetzt oft gefehlt haben.

Eine hüttenmännische Unternehmung umfasst zwei Theile, welche gewöhnlich ziemlich verschieden, und die in Grossbritannien zuweilen gänzlich getrennt sind: die commercielle Unternehmung, welche den Ankauf der Erze oder der zu verarbeitenden Metalle, und welche den Verkauf der Fabricate besorgt. Der Gewinn an denselben muss die Kosten, die Capitalvorschüsse und den ungünstigen Wechsel, den An- und Verkauf mit sich führen, decken. Der zweite Theil umfasst das Gewerbe, und dessen Gewinn muss diejenigen Kosten decken, die sich unmittelbar auf die Hüttenprocesse beziehen. Die erste von dem Hüttenmanne zu beherzigende Regel ist die, diese beiden Arten von Kosten voneinander zu trennen. So muss bei dem jetzigen Zustande der Stahlindustrie in Yorkshire, ein Fabricant, der sowohl dieses als Kaufmann ist, für Kosten und Gewinn an 100 Kil. rohem Cementstahl etwa 12 Fr. noch dazu wegnehmen. Auf der andern Seite erhält der eigentliche Fabricant, dessen Gewerbe blos darin besteht, das Eisen in rohen Stahl zu verwandeln, gewöhnlich für dasselbe Product nur 3,53 Fr. Die jedem der genannten beiden Theile der Fabrication zukommenden Kosten und Gewinn sind demnach:

Für den Fabricanten	3,53 Fr.
Für den Kaufmann etwa . . .	8,47 —

und man wird leicht einsehen, dass die auf diese Weise berechneten Productionskosten das hüttenmännische Verfahren besser characterisiren, als wenn, wie es oft geschieht, ein mehr oder weniger bedeutender Theil der sich auf rein commercielle Operationen beziehenden Kosten damit vereinigt worden wäre.

Was nun die Productionskosten selbst anbetrifft, so zerfallen sie in zweierlei Art: die ersten, welche wir die speciellen oder die Betriebskosten nennen können, umfassen den Materialverbrauch und den Aufwand an Arbeitslöhnen, die sich, sey auch die Ausdehnung des Betriebes noch so bedeutend, für jeden fabricirten Centner fast immer gleich bleiben. Es sind dies die characteristischen Elemente der Methode, und

man sollte sie möglichst speciell aufführen. Die zweiten, die Generalkosten, bleiben fast für jedes Jahr dieselben, sey die Fabrication, welche sie wolle; sie sind aber mit jedem Centner der Production verschieden und zwar im umgekehrten Verhältnisse der in gleicher Zeit erlangten Production. Man kann daher diese zweite Art der Kosten nur dann berechnen, wenn man die Wichtigkeit der jährlichen Production bestimmt hat. Wir fügen hinzu, dass in dieser, sowie in jeder anderen Beziehung, die berechneten Fabricationskosten die wahre Beschaffenheit der Sache für die zu beschreibende Gegend nur dann darstellen werden, wenn man mittlere Data für die meisten Hütten annimmt.

Um die so eben dargelegten Grundsätze anzuwenden, nehmen wir den in Yorkshire gewöhnlichsten Fall an, dass ein Stahlwerk nur den Zweck habe, für Rechnung Anderer das ihr gegebene Eisen in Stahl zu verwandeln. Die Hütte, welche wir desshalb als Beispiel wählen, hat drei Cementiröfen und ist in den letzteren Jahren ziemlich lebhaft betrieben worden; sie producirt jährlich etwa 6000 metr. Centner rohen Cementstahl. Es sind auf derselben drei Arbeiter angestellt, die zusammen wöchentlich 3 L. St. Lohn erhalten und mit Einschluss der Sonn- und Festtage 50 Wochen gebraucht werden. Ausserdem wird noch etwa fünf Wochen lang ein Gehülfe beschäftigt und mit 15 Schilling wöchentlich gelohnt.

Die Productionskosten und der Gewinn einer unter solchen Umständen betriebenen Hütte sind in der folgenden Tabelle näher nachgewiesen:

Productionskosten von 100 Kil. rohem Cementstahl.

	Materialverbrauch und Arbeitslöhne.	Werth der Materialien und der erforderlichen Arbeitstage. Einzeln Fr. Cnt.	In Summa Fr. Cnt.
Betriebskosten.	Kil.		
Eisen, welches cementirt wird	99,1		
Holzkohlen, 5,40 Fr. die 100 Kil.	5,5	0,30	
Steinkohlen, 1,06 Fr. die 100 Kil.	75,0	0,80	1,82
Arbeitslohn, 3,62 Fr. die Schicht	0,20 Sch.	0,72	
Generalkosten.			
Anlagecapital, Pacht für die Hütte, oder Zinsen vom Capital zu 5%		0,42	
Betriebscapital: Zinsen zu 6%		0,07	
Unterhaltung der Materialien: Ziegelsteine, Lehm, Eisen zu Gezähen, Arbeitslöhne		0,30	1,71
Direction und Aufsicht: ohne Kosten von dem Meister bewirkt		„	
Verschiedene Kosten: Steuern, Briefporto, Bureaukosten etc.		0,19	
Gewinn		0,73	
		Summa	3,53

Der mittlere Preis des in Yorkshire zur Stahlfabrication angewendeten Eisens beträgt im Durchschnitte 18 L. St. die Tonne oder etwa 45 Fr. die 100 Kil. (6 Thlr. $8\frac{1}{2}$ Sgr. der preuss. Ctr.). Daher betragen die Productionskosten von 100 Kil. aus solchem Eisen bereitetem Stahle:

Eisen 99,1 Kil. à 45 Fr.		44,60 Fr.
Steinkohlen 75 Kil., à 1,06 Fr. . .	0,80 Fr.	
Arbeitsl. 0,20 Schicht à 3,62 Fr. . .	0,72 —	3,53 —
Diverse Kosten	2,01 —	
	Summa	48,13 Fr.

Die Fabricationskosten von 3,53 Fr. auf die 100 Kil. Stahl bleiben daher unverändert, sey der Zustand des Handels auch, welcher er wolle. Es ist dies eine Folge der Trennung der Interessen, welche zwischen den verschiedenen Classen von Gewerbszweigen existirt, in die sich die Gewinnung und Verarbeitung des Stahls in Yorkshire theilt. Diese wirkliche Theilung der Arbeit übt einen sehr guten Einfluss auf das Ganze der Stahlindustrie und verhindert die so schädlichen Preisschwankungen, die dem Eisenhüttengewerbe so nachtheilig sind, deren Producte in den letzten 6 Jahren ein Sinken des Preises von 63 Proc. erlitten haben.

III. Von der Gussstahlbereitung.

Der durch Cementation aus Stabeisen bereitete Stahl besitzt zuweilen alle Eigenschaften des Stahls im vollkommensten Grade und kann den Schmelzstahl an Festigkeit, Härte und Federkraft übertreffen; allein er verliert den Kohlenstoff durch öfteres Glühen bei schwachem Luftzutritte ungleich schneller und ändert sich dadurch leichter in einen sehr weichen Stahl um, als der Schmelzstahl. Die Verbindung des Kohlenstoffs mit Eisen scheint daher inniger und genauer zu werden, wenn sich beide im Zustande der Flüssigkeit des Eisens miteinander verbinden, als wenn das Eisen nur im weissglühenden Zustande von Kohlenstoff durchdrungen wird. Aehnliche Beispiele einer lockereren und einer innigeren Verbindung trifft man bei der Vereinigung mehrerer Substanzen miteinander; kaum ist es nöthig, an das Verhalten des sogenannten mineralischen Mohrs und Zinnobers zu erinnern, Verbindungen, bei welchen der analytische Chemiker gleiche Verbindungsverhältnisse des Quecksilbers mit Schwefel antrifft.

Schon im Jahre 1750 sind in England die ersten Versuche gemacht worden, den Brennstahl in bedeckten Tiegeln zu schmelzen, um dadurch eine genauere, innigere und gleichartigere Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Eisen zu bewirken. Die älteste Gussstahlfabrik, deren Erzeugniss in ganz Europa im grössten Ansehn steht, ist noch jetzt die von Hunzman in Sheffield. Der Zweck der Gussstahlbereitung aus Brennstahl ist also ein doppelter: die innigere und die gleichartigere Verbindung des Kohlenstoffs mit Eisen. Wird Schmelzstahl zur Gussstahlbereitung angewendet, so bezweckt man eine gleichartigere Verbindung der Kohle mit dem Eisen, wesshalb sich die Masse auch in einem vollkommen flüssigen Zustande befinden und eine gehörige Zeit darin erhalten werden muss.

In Ostindien ist die Gussstahlbereitung schon seit sehr langer Zeit ausgeübt worden, auch ist das Verfahren, welches man dort beobachtet, jetzt völlig bekannt und sehr genau beschrieben. Der Gussstahl, welcher aus Bombay unter dem Namen von Wootz nach England kommt, ist oft im höchsten Grade hart und fest und besitzt dann die Eigenschaften des besten bekannten Gussstahls. Dass er sich wirklich im flüssigen Zustande befunden hat, geht aus seinem äusseren Ansehen hervor.

Durch die bekannte, von den Herren Vandermonde, Berthollet und Monge entworfene Theorie des Eisens in seinen verschiedenen Zuständen, als Stabeisen, Stahl und Roheisen, ward Hr. Clouet ohne Zweifel veranlasst, die Darstellung des Gussstahls, welche man in England geheim hielt, auf einem Wege zu versuchen, zu welchem die Theorie ihn geführt hatte. Versuche, welche er zuerst in Gemeinschaft mit Herrn Chalut anstellte und dann allein weiter verfolgte, belehrten ihn, dass sich Gussstahl auf mehrere Art erhalten lasse. Es gelang ihm, Gussstahl darzustellen, indem er:

1) Stabeisen mit $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ seines Gewichts an Kohle, mit oder ohne Zusatz von Glas, in einem hessischen Tiegel zum Schmelzen brachte;
2) Eisenoxydul mit dem $1\frac{1}{2}$- oder 2fachen des Volums an Kohlenstaub reducirte;
3) einen Theil Eisenoxydul mit 4 Mal so viel grauem Roheisen schmolz;
4) drei Theile Stabeisen mit 1 Theil kohlensaurem Kalk und 1 Theil gebranntem Thon (Schmelztiegelmasse) zum Schmelzen brachte.

Einige Chemiker, welche diese Versuche wiederholten, wollen sie bestätigt gefunden und dasselbe Resultat erhalten haben. Wird die Menge des Kohlenstaubes bei'm ersten und zweiten, und die Menge des grauen Roheisens bei'm dritten Versuche vermehrt, so erhält man nicht Stahl, sondern Roheisen. Vermehrt man die Menge des Eisenoxyduls bei'm dritten Versuche, so ist das Resultat nicht Stahl, sondern Stabeisen.

So gut sich alle diese Erscheinungen durch die Theorie erklären lassen, ebenso einleuchtend ist es, dass statt des grauen Roheisens bei'm dritten Versuch auch weisses, und zwar mit besserem Erfolge, angewendet werden kann. Das Resultat des vierten Versuchs ist indess der Theorie ganz entgegen, und man darf kaum zweifeln, dass Clouet durch Anwendung von nicht völlig verschlossenen Gefässen zu irrigen Schlüssen verleitet worden ist, oder dass eine Verwechselung von hartem Stabeisen, (dessen Härte sich von seiner fehlerhaften Beschaffenheit und von der damit verbundenen Sprödigkeit ableitet) mit Stahl stattgefunden hat.

Die Versicherung einiger Metallurgen, dass der beste Gussstahl dadurch erzeugt würde, dass graues und weisses Roheisen in gehörigen Verhältnissen miteinander geschmolzen werden, ist aller Theorie des Eisens so sehr entgegen, dass es keines unmittelbaren Versuchs zur Widerlegung dieser Behauptung bedarf.

Die Darstellung des Gussstahls durch Schmelzen des Stabeisens mit Roheisen ist ein fehlerhaftes Verfahren, weil sich auf diesem Wege kein guter Gussstahl darstellen lässt, es müsste denn das Roheisen im höchsten Grade rein und, ausser mit Kohle, mit keinem andern Körper verbunden seyn.

Mushet hat Clouet's Versuche weiter verfolgt und vorgeschlagen, den Gussstahl durch Schmelzen des Stabeisens oder sehr reicher Eisenerze mit Kohlenstaub, oder mit Graphit zu erzeugen. Er weicht von Clouet darin ab, dass er das Verhältniss der Kohle zum Eisen höchstens wie von 1 zu 70 angiebt, wogegen Clouet bei dem Verhältnisse von 1 zu 20 noch Stahl erhalten haben will. — In der neuesten Zeit hat Hr. Bréant wieder sehr empfohlen, sich zur Gussstahlbereitung des reinen Stabeisens zu bedienen und dasselbe mit Kienruss in Tiegeln zu Stahl zu schmelzen.

Die von den Hrn. Clouet und Mushet angestellten Versuche zur Darstellung des Gussstahls dienen mehr dazu, die Theorie des Eisens zu bestätigen und zu berichtigen, als dass sie eine Anwendung auf die Fabrication im Grossen gestatten. Es ist kein Grund vorhanden, das strengflüssigste Material (Stabeisen) zu wählen, wenn

man mit einem weniger strengflüssigen (Cement- oder Rohstahl) denselben Zweck erreichen kann. Noch weniger wird man aber dem ungewissen Erfolge bei'm Schmelzen des Stabeisens mit Kohle einer sicheren Methode der Gussstahlbereitung aus schon gebildetem Stahle den Vorzug geben. Ungewiss bleibt nämlich jener Erfolg, weil sich auch bei möglichst genau verschlossenen Tiegeln die Menge der Kohle, welche mit dem schmelzenden Stabeisen in Verbindung tritt, nicht bestimmen lässt. Die Ursache liegt in der ausserordentlichen Hitze, welche das Stabeisen zum Schmelzen erfordert, wobei sich die Tiegel mit ihren Verkittungen ausdehnen, sowie auch in der Schwierigkeit, einen so hohen Grad von Hitze im Grossen zu erzeugen, dass das Schmelzen niemals missräth, und dass stets eine vollkommen geschmolzene Masse erhalten wird.

Ebenso wenig ist mit Sicherheit darauf zu rechnen, stets ein stahlartiges Product, welches sich nicht entweder dem Stabeisen oder dem Roheisen mehr näherte, durch die Reduction von reichen Eisenerzen mit wenig Kohle zu erhalten. Ausser dass der auf diese Art erzeugte Stahl niemals ganz rein seyn kann, sondern stets Erdenmetalle enthalten wird, ist die Reduction selbst mit grossen Schwierigkeiten verbunden, indem es sich, wegen der zugleich entstehenden Schlacke, niemals bestimmen lässt, ob alle angewendete Kohle in Wirksamkeit treten wird. Das jedesmal zu erhaltende Product würde daher mehr das Resultat des Zufalls, als der Berechnung seyn.

Vorzuziehen würde das Verfahren seyn, Gussstahl durch Zusammenschmelzen des Stabeisens mit möglichst reinem weissen Roheisen zu erhalten, vorzüglich wenn das letztere durch einen Mangangehalt die Eigenschaft einer geringern Strengflüssigkeit besitzt. Es ist nicht zu bezweifeln, dass man auf diesem Wege auf allen Hütten, denen ein reines manganhaltiges Roheisen zu Gebote steht, sehr guten Gussstahl bereiten könnte. — Von der Beschaffenheit des Roheisens und von der Beschaffenheit, welche der darzustellende Gusstahl erhalten soll, würde das jedesmalige Verhältniss des Roheisens zum Stabeisen abhängen. Je geringer das Verhältniss des Stabeisens zum Roheisen ist, desto roheisenartiger, d. h. desto härter und spröder wird der Stahl; je grösser das Verhältniss war, desto stabeisenartiger, d. h. desto weicher und fester muss der Stahl ausfallen. Bei der bekannten Bschaffenheit des Roheisens würde also das richtige Verhältniss desselben zum Stabeisen sehr leicht zu bestimmen seyn.

Weil indess bei diesem Verfahren ein höchst reines Roheisen vorausgesetzt wird, welches nur selten (entweder nur durch künstliche Bereitung aus dem mit reiner Kohle geschmolzenen reinen Stabeisen, wobei also kein Gewinn für die praktische Anwendung zu erwarten ist, oder durch das Umschmelzen eines an sich schon sehr reinen Roheisens vor der Form in einem Umschmelzfeuer) erhalten werden kann; weil ferner der Erfolg der Schmelznng des Roheisens mit dem sehr strengflüssigen Stabeisen immer ungewiss bleibt, so wird die Gussstahlfabrik immer mit den grössten ökonomischen Vortheilen betrieben werden, welche Cementstahl als Material anwendet. Der ganz allgemeine Gebrauch des Gussstahls in England macht es sehr wahrscheinlich, dass die Rohstahlfabrication, welche ihren Sitz vorzüglich in Deutschland, Frankreich und Schweden hat, weil diese Länder sich vor allen andern im Besitze von reinen Spatheisensteinen befinden, in der Zukunft nur auf wenige Provinzen beschränkt bleiben wird. Aber die ausserordentliche Ausdehnung der Gussstahlfabrication in England lehrt auch zugleich, dass man sich zur Darstellung des Gussstahls mit den grössten ökonomischen Vortheilen nur des Cementstahls als Material bedienen kann.

Der W o o t z, oder der ostindische Stahl, dessen Bereitung lange Zeit unbekannt war, ist ebenfalls ein Gussstahl, welcher durch das unmittelbare Zusammenschmelzen von Stabeisen mit Kohle, oder mit Pflanzen, die sich während des Processes verkohlen, erhalten wird. Das Eisen, welches man zum Wootz anwendet, ist unbezweifelt nur deshalb so rein, wenigstens von Erdenmetallen sehr befreit, weil es durch eine Art von Stückofenwirthschaft dargestellt wird. So unvortheilhaft diese Darstellungsart des Eisens in ökonomischer Rücksicht auch seyn mag, so ist es doch bekannt, dass das Stabeisen dabei immer von vorzüglicher Güte ausfällt. Dies Eisen wird in kleinen Tiegeln mit Pflanzen-Substanzen geschmolzen, so dass sich in einem Tiegel sehr selten mehr als 2 Pfund Eisen, häufig aber ungleich weniger befinden. Diese geringe Quantität trägt gewiss nicht wenig dazu bei, dass der Stahl sehr gleichartig ausfällt, obgleich der Process dadurch vertheuert wird. Der geschmolzene Stahl muss in den Tiegelchen sehr langsam erkalten, ehe man ihn herausnimmt, wobei jedesmal der Tiegel verloren geht und nur zu einer Schmelzung gebraucht werden kann. Die Hrn. B u c h a n a n und H e y n e haben das Verfahren bei der Bereitung des Wootz in Ostindien sehr genau beschrieben. Was den Gehalt des Wootz an Erdenmetallen betrifft, so sind die bereits angestellten Untersuchungen nachzusehen.

Die S c h w e i s s b a r k e i t ist eine Eigenschaft, welche nur dem Stabeisen, aber nicht dem Roheisen zukommt, und weil das weisse Roheisen von dem gehärteten Stahle nur durch den grösseren Gehalt an Kohle verschieden ist, so wird die Schweissbarkeit in demselben Verhältnisse abnehmen, in welchem der Kohlegehalt des Stahls zunimmt. Stahl erfordert im Allgemeinen eine geringere Schweisshitze als Stabeisen; auch muss bei'm Zusammenschweissen des Stahls mit Stahl, oder des Stahls mit Stabeisen die grösste Sorgfalt angewendet werden, um den Luftzutritt zu verhüten, wesshalb die zusammenzuschweissenden Stellen mit einem Ueberzuge versehen werden müssen, damit sich Schlacke bilde, welche die Luft abhält. Diese Vorsicht ist um so nothwendiger, wenn Stahl und Stabeisen zusammengeschweisst werden sollen, weil das letztere einen höhern Grad der Schweisshitze erfordert, also der Stahl, dieser also länger, als es seiner Natur nach seyn sollte, in der Hitze erhalten werden muss. — Ein vortreffliches, allen practischen Eisen- und Stahlarbeitern bekanntes Mittel, die Verbindung des Eisens mit Stahl, oder des Stahls mit Stahl, durch das Zusammenschweissen, zu erleichtern, ist der Borax. Er gewährt eine leicht- und dünnflüssigere Decke für das weissglühende Eisen, als der gewöhnliche Schweisssand und als andere, bisher in Anwendung gekommene Deckungsmittel, auch reinigt er die zusammenzuschweissenden Oberflächen und befördert dadurch deren Vereinigung. Durch die Anwendung des Borax lassen sich manche Sorten von Gussstahl, welche man für unschweissbar hielt, sowohl miteinander, als auch mit Stabeisen zusammenschweissen. Sollen zwei Stücken Gussstahl miteinander verbunden werden, so feilt man die Flächen erst ganz rein, ohne jedoch die Rauhheit völlig wegzubringen und bestreicht sie mit Borax, welcher mit Wasser auf einem Reibesteine zu einem feinen Brei angerieben worden ist, legt dann die Flächen zusammen und bestreicht auch die Fugen noch mit etwas Borax. Ein Zusatz von 1 Theil Salmiak zu 3 oder 2 Theilen Borax ist auch mit gutem Erfolg anzuwenden. Die zusammengelegten Stücken werden dann mit Eisendraht umwickelt, damit sie sich nicht verrücken und bis zum hellen Rothglühen vorsichtig erhitzt. Bei feinen und dünnen Gegenständen ist noch die Vorsicht anzuwenden, sie auf einer stark erhitzten und wenigstens braunrothwarmen Unterlage und nicht auf einem kalten Am-

bosse zusammenzuschlagen, weil sie auf dem letzteren so schnell abgekühlt werden, dass die Schweissung misslingen könnte. Der gute Erfolg hängt von der richtigen Temperatur bei'm Glühen und davon ab, dass die Flächen völlig rein gehalten werden. Die Hitze muss schnell gegeben werden. Zu geringe Hitze kann natürlich keine Schweissung hervorbringen; zu starke Hitze verdirbt den Stahl und erschwert das Schweissen, weil der Borax unwirksam wird.

Noch grössere Vorsicht ist anzuwenden, wenn Stahl, besonders Gussstahl, zusammengeschweisst werden soll. Der Borax wird dann zweckmässiger als zerstossenes Boraxglas und nicht in einem mit Wasser zu einem Brei geriebenen Zustande angewendet. Nachdem die zu verbindenden Flächen rein gefeilt worden sind, wird das Eisen weissglühend gemacht, dann die Schweissstelle schnell mit der Feile von dem Glühspan gereinigt und mit zerkleinertem Boraxglase bedeckt, welches augenblicklich flüssig wird und die weitere Oxydation des glühenden Eisens verhindert. Auf dieses weisswarme und mit Borax verarbeitete Eisen legt man den anzuschweissenden Stahl, welcher, weil er kalt auf das weisswarme Eissen gebracht worden ist, bei dem nun folgenden abermaligen Erhitzen des Eisens erst etwa die kirschrothe Glühhitze erlangt, wenn sich das Eisen schon wieder in der Schweisshitze befindet. Das Erhitzen und darauf folgende Zusammenschweissen müssen schnell und mit Gewandtheit verrichtet werden.

Je mehr der Kohlegehalt des Stabeisens zunimmt, desto schwieriger wird das Zusammenschweissen desselben mit reinem Stabeisen. Je härter und spröder der Stahl ist (vorausgesetzt, dass die Härte und Sprödigkeit nur von Kohle und nicht von fremden Bestandtheilen herrühren), desto geringer ist die Schweissbarkeit, bis endlich ein Zustand des Stahls eintritt, in welchem sie gänzlich aufhört. Ohne Zweifel geschieht dies bei einem bestimmten Gehalte an Kohle, der noch nicht bekannt ist. Der erste Gussstahl, den man in England erzeugte und verarbeitete, liess sich nicht schweissen, obgleich er die Eigenschaft der Dehnbarkeit besass, die dem Roheisen abgeht. Er verhielt sich eben so wie der ostindische Gussstahl, oder der Wootz, den man anfänglich auch nicht zu behandeln verstand. Dieser Stahl macht also einen wirklichen Uebergang vom Stabeisen zum Roheisen. Mit dem Stabeisen hat er die Eigenschaft der Dehnbarkeit, nämlich sich im ungehärteten Zustande in der gewöhnlichen Temperatur, im glühenden Zustande aber unter allen Umständen strecken und dehnen zu lassen; mit dem Roheisen die Eigenschaft gemein, im gehärteten Zustande undehnbar und spröde zu seyn, sich nur höchst schwierig schweissen zu lassen, in der Schmelzhitze bald flüssig zu werden und sich in Formen giessen zu lassen. Es scheint, dass es in diesem Zustande nur noch eines geringen Zusatzes von Kohle bedürfe, um den Stahl in Roheisen umzuändern, sowie es nur einer geringen Verminderung des Kohlegehaltes oder auch nur einer andern Vertheilung der Kohle bedürfen würde, um einen solchen unschweissbaren Stahl schweissbar zu machen.

Zu allen Stahlarbeiten, bei welchen Stahl mit Stabeisen zusammengeschweisst werden muss, ist der nicht schweissbare Stahl unanwendbar. Dagegen ist er zu solchen Arbeiten, bei denen grosse Härte, eine bedeutende Festigkeit und schöne Politur ein Haupterforderniss sind, ganz vorzüglich anwendbar. Indess erfordert er die grösste Sorgfalt und eine genaue Kenntniss bei'm Wärmen und Ausschmieden, weil er in einer zu hohen Hitze zerfährt und sich bei einer zu geringen Hitze nicht verarbeiten lässt, sondern spröde bleibt.

Es ist merkwürdig, dass der Cementstahl, aus welchem ein unschweissbarer, oder doch ein sehr schwer schweissbarer Gussstahl durch Umschmelzen erhalten wird, sich oft sehr leicht, immer aber viel leichter, als der Gussstahl, schweissen lässt, da doch bei dem Gussstahle eine grössere Schweissbarkeit erwartet werden könnte, insofern er möglicherweise durch das Umschmelzen etwas Kohle erhalten hätte. Die Ursache ist unbezweifelt in der ungleichartigen Beschaffenheit des Cementstahls zu suchen, welcher immer aus härterem und weniger hartem Stahle besteht, so dass der letztere die Schweissbarkeit befördert. — Dies verschiedene Verhalten des Gussstahls von dem Cementstahl, aus welchem er entstanden ist, wird noch durch eine andere, nicht minder merkwürdige Erscheinung erklärt, dass nämlich die Schweissbarkeit des Gussstahls bedeutend grösser wird, wenn der Stahl einer beträchtlichen Glühhitze lange Zeit und anhaltend ausgesetzt wird und dann langsam erkaltet. Derselbe Gussstahl, welcher, in eisernen Gussformen ausgegossen, höchst schwer zu behandeln ist, lässt sich viel leichter schmieden und hat an Schweissbarkeit schon gewonnen, wenn man ihn, ohne allen Luftzutritt, lange und anhaltend glüht. Um die Luft von den verschlossenen Gefässen, worin das Glühen vorgenommen werden muss, abzuhalten, kann man sich einer Hülle und Decke von Eisenfeile, oder von einem Gemenge aus 2 Theilen gepülverter Kreide und 1 Theil Kohlenstaub bedienen. Durch das Glühen wird die Quantität der Kohle im Stahle weder vermehrt noch vermindert, aber es bilden sich Polycarburete, zu deren Bildung indess, wenn sie ganz entschieden hervortreten sollen, ein ungleich länger anhaltendes Glühen erforderlich ist, als die Glühhitze, welche man gewöhnlich anwendet, um gehärteten Stahl wieder weich zu machen. Durch das anhaltende Glühen des Gussstahls wird eine andere Vertheilung der Kohle in der Stahlmasse bewirkt, wodurch die weichere Beschaffenheit derselben hervorgebracht wird.

In dem Augenblicke, wo der Stahl nicht allein schweissbar, sondern auch dehnbar zu seyn aufhört, erhält er den Namen Roheisen. Vom Gussstahle glaubte man sonst, dass er sich nicht schmieden lasse, sondern sogleich in die Form, welche er erhalten soll, gegossen werden müsse. Sobald er aber im glühenden Zustande keine Dehnbarkeit mehr besitzt, hört er auf Stahl zu seyn, weil die Dehnbarkeit der einzige Unterscheidungscharacter des Stahls vom weissen Roheisen ist.

Durch den Mangel an Schweissbarkeit unterscheidet sich zwar der harte Stahl vom Stabeisen; indes ist diess kein wesentlicher Character. Der dehnbare, aber nicht mehr schweissbare Gussstahl ist von allen Stahlarten der härteste und dichteste, aber auch der sprödeste und besitzt die geringste Festigkeit, weil er sich dem weissen Roheisen am Meisten nähert. Ist man mit der Beschaffenheit des Materials, welches zum Gussstahl genommen wird, genau bekannt, so wird es möglich seyn, den weichsten und festesten Stahl, der sich dem Stabeisen am Meisten nähert, sowie den härtesten und sprödesten Stahl darzustellen, der dem Roheisen am Nächsten kommt und sich von demselben nur durch die Dehnbarkeit unterscheidet.

Es ergiebt sich aus diesen Betrachtungen, dass es zweckmässiger ist, den Gussstahl aus schon vorhandenen Verbindungen des Eisens mit Kohle darzustellen, als ihn erst aus seinen Bestandtheilen, nämlich aus Stabeisen und Kohle, durch Zusammenschmelzen beider Körper zusammenzusetzen. Ausser dem Vortheile, dass man geringere Grade der Temperatur anwenden kann, lässt sich die Beschaffenheit des zu erzeugenden Gussstahls aus den bekannten Eigenschaften des umzuschmelzenden Stahls berechnen, und man kann mit ziemlicher Zuverlässigkeit bei dem Producte die Eigen-

schaft voraussetzen, welche es der Berechnung nach bekommen soll. Dem schon gebildeten Stahle wird durch Umschmelzen in bedeckten Tiegeln kein Kohlenstoff entzogen, sondern die Verbindung des Eisens mit Kohle wird nur noch inniger und gleichartiger gemacht, wenn die Masse lange genug fliessend bleibt; wogegen es bei'm Zusammenschmelzen des Eisens mit Kohle sich unmöglich bewirken lässt, alle angewendete Kohle mit dem Eisen in gleichartige Verbindung zu bringen.

Das natürlichste Material zur Gussstahlbereitung ist also Stahl. Von der Beschaffenheit des anzuwendenden Roh- oder Cementstahls wird die des Gussstahls im Allgemeinen abhängig seyn, aber er wird gleichartiger und bei gleicher Härte fester und zugleich dichter werden, als er es in dem Zustande vor dem Umschmelzen war. Die Schweissbarkeit des darzustellenden Gussstahls hängt von dem Verhältnisse der Kohle, also davon ab, ob das umzuschmelzende Material mehr roh- als stabeisenartig war. Eine sachkundige und verständige Auswahl des umzuschmelzenden Stahls ist folglich das erste und wesentlichste Erforderniss, wenn die Gussstahlfabrication gelingen, und wenn der darzustellende Gussstahl die verlangte Beschaffenheit erhalten soll. Eine andere, nicht minder wesentliche Bedingung zur Darstellung eines guten Gussstahls, — er mag die Schweissbarkeit in einem geringeren oder höheren Grade, oder auch gar nicht besitzen sollen, — besteht darin, eine gleichartige Masse durch die Schmelzung darzustellen. Durch die Gleichartigkeit zeichnet sich der englische Gussstahl noch immer sehr vortheilhaft vor dem französischen und dem deutschen Gussstahle aus, und die mehrsten Mängel dieser Gussstahlarten entspringen nur allein aus seiner Ungleichartigkeit. Der vollkommen flüssige Zustand des geschmolzenen Stahls allein ist nicht hinreichend, die Gleichartigkeit zu bewirken, sondern es ist auch ein wiederholtes Umrühren des flüssigen Metalles, während es sich in der höchsten Schmelzhitze befindet, durchaus erforderlich.

Die Schmelzung geschieht in Tiegeln und zwar auf ähnliche Art, wie die Umschmelzung des Roheisens bei'm Tiegelguss. Die Hitze muss aber grösser, folglich der Zug des Ofens stärker seyn. Man wendet zweierlei Arten von Oefen an: entweder die gewöhnlichen Tiegelöfen, bei denen der Tiegel mit glühenden Coaks unmittelbar umgeben ist; oder Flammöfen, welche nach Art der Glasöfen construirt sind.

Am Häufigsten bedient man sich der Tiegelöfen, denen man unter dem Roste einen möglichst starken Luftzug verschaffen, und bei welchen man die Flamme, zur Verstärkung des Zuges, in eine hohe Esse leiten muss. Holzkohlen sind zur Schmelzung wenig anwendbar, weil sie, bei gleichem Volum mit den Coaks, zu wenig Hitze geben, also sehr tiefe Oefen, vom Fuchse oder vom Flammenableitungscanale bis zum Roste gerechnet, erfordern, auch ein zu häufiges Nachschütten von Kohlen nothwendig machen, welches bei der Arbeit unbequem ist und einen grossen Aufwand von Zeit und Kohlen zur Folge hat.

Schneller und sicherer, auch wegen des nicht so häufigen Nachschüttens bequemer, ist die Anwendung von Coaks. Statt der Tiegelöfen mit einem natürlichen Luftzuge und mit hohen Essen lassen sich auch Tiegelöfen mit Gebläse anwenden und vielleicht mit einem noch besseren Erfolge. Die Oefen mit natürlichem Luftzuge sind indess bis jetzt noch die gebräuchlichsten bei der Gussstahlbereitung.

Die Schächte der Oefen sind nur so gross, dass ein Tiegel mit einem Male eingesetzt werden kann, um die Hitze mehr zusammenzuhalten und auf allen Puncten gleich stark wirken zu lassen. Man giebt den Oefen gewöhnlich solche Stellung, dass

der höchste Punct des Gewölbes oder der Kuppel in derselben Sohle liegt, wie die Hüttenräume, um das Ausgiessen der gefüllten Tiegel bequemer verrichten zu können. Auf der Zeichnung Taf. 73, Fig. 9 bis 14, ist eine solche Vorrichtung zur Gussstahlbereitung in Tiegeln dargestellt. Man findet diese Einrichtung fast überall in den englischen Gussstahlhütten und legt mehrere Oefen in dieser Art in einer fortlaufenden Reihe nebeneinander, wobei das Bedürfniss, nämlich die Grösse der Fabrication, die Anzahl der Oefen bestimmt, welche in Thätigkeit gesetzt werden sollen.

Wenn die Schmelzung nicht bei Gluthfeuer, sondern bei Flammenfeuer geschehen soll, so wendet man kleine Flammenöfen an, deren Heerd durch einen in der Mitte befindlichen Rost in zwei Theile getheilt seyn kann. Auf jeder Seite des Rostes werden zwei Tiegel gestellt, so dass ein solcher Flammenofen vier Tiegel enthalten kann. Das Einsetzen und Herausnehmen der Tiegel geschieht durch Oeffnungen, die in den Seitenmauern des Ofens angebracht sind, und welche bei'm Gange des Ofens mit einer verlorenen Ziegelwand zugemauert werden. Die Feuerung wird mit Steinkohlen verrichtet, weil das Holz einen sehr breiten Rost erfordern und nicht Hitze genug geben würde. In den beiden Seitenwänden des Ofens, in welchen sich keine Oeffnungen zum Einsetzen und Herausnehmen der Tiegel befinden, müssen niedrigere oder höhere Essen (Canäle) vorhanden seyn, welche die Flamme aus dem Ofen in die Kuppel leiten, damit die Tiegel auf allen Seiten von der Flamme umspielt werden. In der Kuppel des Ofens befindet sich zwar ebenfalls eine Oeffnung zum Abziehen der Flamme; indess darf diese nicht zu gross seyn, damit die Flamme nicht aus derselben vorzugsweise abziehe, sondern genöthigt werde, durch die in den Seitenmauern des Ofens befindlichen Canäle auszuströmen. Alle Oeffnungen zum Abziehen der Flamme können sich auch oben in der Kuppel vereinigen und dort, zur Verstärkung des Zuges, eine hohe gemauerte Rauchröhre oder Feueresse erhalten.

Das Tiegelschmelzen in solchen Flammöenfen erfordert viel Gewandtheit bei'm Herausnehmen und Ausgiessen der Tiegel; auch geht bei'm Oeffnen und Vermauern der Seitenwände des Ofens viel Zeit verloren, wesshalb diese Oefen wenig anwendbar und dabei zugleich sehr unbequem sind. Sehr strengflüssiger Stahl lässt sich bei Flammenfeuer nur schwierig in Fluss bringen, wesshalb man bei den schweissbaren, also weniger kohlehaltigen und daher strengflüssigeren Stahlarten Gluthfeuer anwenden muss. Ausserdem leiden die Tiegel in dem Flammenstrome, der das Reissen und Springen derselben in einem höhern Grade veranlasst, als wenn sie überall von den glühenden Coaks umgeben sind.

Ein wichtiger Gegenstand bei der Gussstahlfabrication ist die Beschaffenheit der Tiegel. Am Dauerhaftesten und Haltbarsten in der starken Hitze und bei der grossen Temperaturveränderung bei'm Ausnehmen aus dem Ofen sind die Kohlen- oder Graphittiegel, oder die sogenannten Ipser Tigel. Wo man diese aber nicht wohlfeil erhalten kann, muss man Tiegel aus feuerbeständigem Thone anwenden und die Thonmasse mit alter Tiegelmasse, oder mit vorher gebranntem feuerfesten Thone versetzen, damit sie nicht so stark schwinde oder zerspringe. Eine empfehlenswerthe Tiegelmasse besteht aus 2 Theilen feuerfestem Thone und 1 Theil zerpülverten Coaks, oder noch besser aus 2 Th. Thon und 1 Theil Graphit. Die Thontiegel müssen vor der Anwendung möglichst stark gebrannt seyn, damit die fehlerhaften schon vor dem Gebrauche ausgehalten werden können.

Practische Metallurgen versichern, dass die Thontiegel, welche nach Art der Aschenkapellen mit einem Futter, nämlich mit einem Mönch und einer Nonne, angefertigt werden, dauerhafter, dichter und zu mehreren Schmelzungen brauchbar seyn sollen, als die Tiegel, welche aus freier Hand gearbeitet sind. Das Eindrücken des Mönchs in die in der äusseren eisernen Form befindliche Thonmasse erfordert indess eine starke Kraftanstrengung und lässt sich ohne eine Presse kaum bewirken.

Die Grösse der Tiegel ist willkührlich und kann daher sehr verschieden seyn. Man pflegt sie aber nicht grösser als etwa 5 Zoll oben im Durchmesser und 10 bis 15 Zoll hoch zu machen, so dass man 50—60 Pfund Stahl einsetzen und schmelzen kann.

Aus dem Flusse, mit welchem die zu schmelzende Masse bedeckt wird, hat man sonst ein grosses Geheimniss gemacht. Es ist indess einleuchtend, dass der Fluss (oder die Decke für den geschmolzenen Stahl) solche Eigenschaften besitzen muss, dass er dem Stahle weder fremdartige Bestandtheile mittheilt, noch demselben Kohle entzieht. Reines Gas, welches zur Beförderung des Flusses mit etwas Borax versetzt seyn kann, wird die beste Decke abgeben. Nothwendig ist der Fluss oder die Decke überhaupt nicht, sobald die Tiegel durch die Deckel gehörig dicht verschlossen und dadurch gegen das Hineinfallen von Kohlen gesichert sind. Der Fluss ist sogar bei'm Ausgiessen des Stahls aus den Tiegeln in die Formen sehr hinderlich, und daher ist es am Besten, keinen Fluss anzuwenden.

Die Schmelzhitze muss zuerst nicht zu stark gegeben werden, damit die Tiegel nicht schnell in Hitze kommen und springen. Vorzüglich ist dahin zu sehen, dass die Tiegel zuerst unten stärker als oben erhitzt werden, damit die untere Masse in Fluss komme. Wie lange die Schmelzung fortzusetzen ist und wie oft Coaks nachgefüllt werden müssen, hängt vom Zuge des Ofens, sowie von der Schmelzbarkeit des Stahls ab, indem der schweissbare Gussstahl strengflüssiger ist, als der nicht schweissbare. Die Erfahrung ist hier die sicherste Führerin. In manchen Fällen wird eine mehrere Stunden lang fortgesetzte Schmelzhitze nöthig seyn. Immer muss die Masse vollkommen tropfbar flüssig seyn und sich mehrere Minuten lang in diesem Zustande befunden haben, ehe sie umgerührt, dann wieder stark erhitzt und ausgegossen wird.

Die Tiegel mit der geschmolzenen Masse werden mit zweckmässig eingerichteten Bauchzangen aus dem Ofen genommen und der geschmolzene Stahl wird dann in eiserne Formen, welche gewöhnlich vier- oder achteckig und aus mehreren Stücken, welche auseinander genommen werden können, zusammengesetzt sind, ausgegossen. Aus den Zeichnungen Taf. 73 sind diese Einrichtungen deutlich zu ersehen. Die Stahlbarren haben das Ansehen von vier- oder achtkantigen Stäben, welche demnächst mit Sorgfalt ausgeschmiedet und weiter verarbeitet werden.

Die Formen müssen nicht grösser seyn, als nöthig ist, um den geschmolzenen Stahl aufzunehmen. Auch wird die Oberfläche des Stahls oben bei'm Eingusse sogleich mit Thon, oder mit fetter Erde bedeckt, damit der Stahl bei'm Erkalten nicht blasig und löchrig werde.

Dass der Luftzug bei'm Ausheben der Tiegel aus dem Ofen gänzlich gehemmt seyn muss, versteht sich von selbst.

Will man einen Fluss zur Decke für den Stahl anwenden, so muss man, nach Clouet's Erfahrungen, nicht die Bestandtheile des Glases, sondern das Glas selbst nehmen, weil Kali und Kieselerde andere Wirkungen hervorbringen, wenn sie auch

ganz in denselben Verhältnissen angewendet werden, in welchen sie sich im Glase befinden. Beide Körper scheinen sich, wenn sie vorher nicht zu Glas geschmolzen sind, zum Theil mit dem Stahle zu verbinden und denselben spröde zu machen.

In England wendet man immer nur Cementstahl und in denjenigen Fabriken, in welchen der Cementstahl als solcher bearbeitet wird, gewöhnlich die Enden von den cementirten Stahlstäben zur Gussstahlfabrication an. Diese Enden sind gewöhnlich stärker gebrannt oder cementirt, als die Stäbe in der Mitte, wesshalb sie einen sehr spröden, unbrauchbaren Cementstahl geben würden, welcher sich zu nicht schweissbarem Gussstahle vortrefflich benutzen lässt. Bei der allgemeinen Anwendung, welche der Gussstahl in jenem Lande gefunden hat, wird die Benutzung des Cementstahls immer mehr beschränkt, und in den mehrsten Werkstätten wird daher nur Cementstahl bereitet, um Gussstahl daraus anzufertigen.

In England befolgt man, namentlich in Yorkshire, bis auf einige wenige Nuancen, im Allgemeinen das nachstehende Verfahren:

Schmelzofen. Es ist dies ein Tiegelofen mit natürlichem Luftzuge, der in jeder seiner Abtheilungen (Oefen) 2 Schmelztiegel, worin der Stahl, gegen die Verbrennungsgase geschützt, erhitzt wird, aufnimmt, und welcher auf Taf. 72, durch Figur 15, 16 und 17 dargestellt ist. Die den Figuren eingeschriebenen Zahlen bedeuten die Dimensionen in Centimetern. Jeder Ofen (1,1) ist ein gerades rechteckiges Prisma, dessen horizontaler Durchschnitt 54 Centimeter (1,7 Fuss) lang und 38 Cent. (1,2 F.) breit ist. Im Untertheile hat er einen aus 5 viereckigen Stäben, deren jede Seite zwischen 25 Millim. (11,25 Linien) und 35 Millim. (1,57 Lin.) variirt, bestehenden Rost. Im Obertheile befindet sich eine rechteckige Oeffnung (*a* Fig. 17), die nur 33 Cent. (1,03 F.) lang und 30 Cent. (0,95 F.) breit ist, deren Mittelpunct der Figur mit der Mitte des Prisma's zusammenfällt, und welche zwischen, von den Seitenwänden des Prisma's ausgehenden kleinen Klosterbögen gebildet, belassen ist. Der verticale Abstand des Rostes von dieser Oeffnung beträgt 91 Cent. (2,85 F.). Drei Seitenwände des Prisma's verlängern sich 1,71 Met. (5,39 F.) unter den Rost hinab und die vierte Seite (unterhalb des Rostes) bleibt offen, damit die zur gehörig lebhaften Vorbrennung erforderliche grosse Luftmenge einströmen kann. Oben an einer der geraden Seitenwände des Prisma's ist eine 38 Cent. (1,2 F.) breite und 14 Cent. ($5\frac{1}{12}$ Zoll) hohe Oeffnung (Fig. 39) angebracht, durch welche die Verbrennungsgase in den horizontalen, 64 Cent. (2,02 F.) langen Canal von gleichem Durchschnitte mit der oben besagten Oeffnung und aus dieser in die verticale Esse abziehen.

Die obere Wand (Decke) des horizontalen Canals ist an der Ofenmündung 11 Centim. ($4\frac{1}{12}$ Zoll) dick, und der horizontale Durchschnitt der Esse ist manchmal ein Kreis, gewöhnlicher aber ein Quadrat von 30 Centim. ($11\frac{5}{12}$ Zoll) Seite. Die ganze Höhe der Esse über die Decke des horizontalen Canals beträgt 10,11 Met. (31,94 F.).

Selbst die feuerfesten Ziegel würden der ausserordentlich hohen Temperatur der Stahlschmelzöfen nicht widerstehen können. Man bildet demnach die Wände dieser Oefen aus einem sehr dichten, im Bruche feinkörnigen und aus reinem Quarz gebildeten, daher ausgezeichnet feuerbeständigen Sandstein, Cannister genannt. Da dieser Sandstein, seiner Härte wegen, mit Vortheil zum Aufschütten der meisten in der Nähe befindlichen Strassen verwendet wird, so sammelt man sorgfältig den Staub und Koth dieser Strassen, und diese pulverige Masse, welche im Wesentlichen aus Quarz besteht, der mit einer Spur thierischer Materie und mit jenem feinen Kohlenpulver gemengt

vorkömmt, womit der Boden aller Fabriksdistricte Grossbritanniens imprägnirt ist, ist eben so feuerbeständig, wie der Sandstein selbst und gestattet eine wohlfeilere Anwendung, weil die bei Anwendung des Steines zum Zuhauen nöthige Handarbeit wegfällt. Um die Ofenwände nach Entfernung der beschädigten Theile wieder in guten Zustand herzustellen, braucht man nur das besagte pulverige feuerfeste Material etwas zu befeuchten und den damit 28 Centim. (10,5 Zoll) breiten Raum auszufüllen, der zwischen dem festen Mauerwerke und einem centralen Kerne von Holz enthalten ist, dem man genau die Gestalt und Stellung des Heerdes giebt. Wo dieses pulverige Material nicht in guter Qualität vorhanden ist, muss der besagte Sandstein angewendet werden, und in diesem Falle werden die Wände, welche mit dem Brennstoffe in Berührung sind, in einer Dicke von 11 Centim. (4,1 Zoll) aus entsprechend zugehauenen und durch etwas Lehm vereinigten Sandsteinen gebildet. Der dann zwischen dieser Sandsteinwand und dem fixen Mauerwerke noch frei bleibende Raum (Fig. 17) von 17 Cent. (6,4 Zoll) Dicke wird mit befeuchtetem Strassenstaub mittlerer Beschaffenheit ausgefüllt. In der auf Taf. 5 abgebildeten Schmelzhütte, die man als Muster dieser Hütten in Yorkshire aufstellen kann, sind alle Oefen auf zuletzt angegebene Weise hergestellt.

Allgemeine Einrichtung und Dimensionen einer Schmelzhütte. Die Einrichtung der Oefen, die niemals einzeln vorkommen, ist in allen Hütten die nämliche. Die Zahl der nebeneinander gesetzten Oefen ist nie geringer, als 4 und selten grösser, als 10. Die Essen sind alle in einem 1,02 Meter (3,22 F.) dicken Mauerwerke vereinigt, wo ihre geradlinigten Achsen in einer und derselben Ebene liegen. Die Achsen je zweier aneinander stossender Essen sind 83 Centim. (31,15 Zoll) voneinander entfernt. Die oben in jedem Ofen vorhandene Oeffnung mündet im Boden (der Sohle) der Schmelzhütte, welcher 1,20 Met. (3,79 F.) über dem Niveau des Hofes (Erdreiches) liegt, und in welcher aus der eigentlichen Schmelzhütte eine Bogentreppe hinabführt. Während des Schmelzprocesses sind die besagten oberen Oeffnungen der Oefen mit Deckeln geschlossen (Fig. 18), welche aus breiten, mittelst Druckschrauben in einem eisernen Rahmen festgehaltenen Ziegeln gebildet sind. Die ganze Hütte (Fig. 15) hat, in der Regel, die Gestalt eines Rechteckes; die Länge der einen von dem Essengemäuer gebildeten Seite dieses Rechteckes wird durch die Anzahl der Oefen bestimmt. In einer Hütte mit zehn Oefen, wie die in Fig. 15 dargestellte, beträgt diese Länge 8,3 Meter (26,22 F.).

Unmittelbar unter dem Hüttenraume befindet sich immer ein gewölbter Keller (Fig. 17), dessen Sohle (Grund), die sich im gleichen Niveau mit der Sohle des Aschenraumes der Oefen befindet, 14,2 Met. (44,87 F.) unter dem Boden des Hofes (Erdreich) liegt. Zu beiden Seiten der Schmelzhütte befinden sich zwei kleine Magazine im gleichen Niveau mit dem Hofe. Das eine dient zur Deponirung der Coaks und des feuerfesten Thones. Auch werden hier die Schmelztiegel verfertigt. In dem andern Magazine werden die zur Fabrication nöthigen Rohstoffe und die Fabricationsproducte aufbewahrt; auch wird hier der rohe Stahl zerschlagen. In dieses letztere Magazin hinein verlängert sich auch der Boden (die Sohle) der Schmelzhütte zu einem kleinen Ofen hin, worin die Schmelztiegel zur Rothgluth erhitzt werden, bevor man sie in die Schmelzöfen einsetzt. Zwei Treppen gestatten die Coaks und den Cementstahl aus den Magazinen unmittelbar zu den Oeffnungen der Schmelzöfen zu bringen. Eine andere Stiege setzt den Keller mit dem Stahlmagazine in Combination und erleichtert,

da sich während des Schmelzens hier häufig die Arbeiter aufhalten, die Ueberwachung des Rostes, die keinen Augenblick unterlassen werden darf.

Eine andere Treppe, die unter der Bogen- oder Freitreppe hingeht, und zu welcher ein Fenster führt, trägt dazu bei, dass unter das Gewölbe Luft und Licht gelangt.

Schmelztiegel. Die Tiegel, worin der Stahl geschmolzen wird, machen einen wichtigen Theil des Materials aus, und es bedurfte einer langen Reihe von Versuchen, bis man die Formen und Dimensionen der Tiegel fand, bei welchen der geringste Brennstoffverbrauch und der kleinste Abgang an Stahl stattfindet. Dass diese Fragen heutzutage vollkommen in's Reine gebracht sind, zeigt die beinahe völlige Gleichförmigkeit und Uebereinstimmung, die man in dieser Beziehung in allen Hütten findet.

Die Tiegel bestehen im Wesentlichen aus feuerfestem Thone aus der Gegend von Stourbridge (Worcestershire), welcher in den metallurgischen Werkstätten Grossbritanniens die nämliche Rolle spielt, wie der Thon von Forges im nördlichen Frankreich und der von Andenne in Belgien. Da jedoch dieses Material, wegen der beträchtlichen Entfernung, aus der es kommt, in Sheffield ziemlich hoch im Preise ist, so mengt man es gewöhnlich zur Hälfte mit einem Thone geringerer Qualität aus der Nähe von Sheffield. Man setzt ferner dem Gemenge etwas Coakspulver und gepülverte Scherben unbrauchbar gewordener Tiegel zu und bildet aus dem Ganzen einen gleichartigen und sehr compacten Teig.

Eigenschaften des Thons zu Schmelztiegeln. Nach comparativen Versuchen eines geschickten Fabricanten in Sheffield, welcher die erhaltenen Resultate mitgetheilt hat, eignet sich der Thon von Stourbridge besser für die Schmelztiegel, als alle anderen Arten feuerfesten Thones Grossbritanniens und des Continents. Er konnte keinen Thon finden, der nacheinanderfolgenden Schmelzungen widerstand, während Tiegel aus Thon von Stourbridge oft sechs Schmelzungen aushalten. Es schien interessant, die Ursache dieser Superiorität aufzusuchen. Der Thon von Stourbridge wird, an einem trocknen Orte aufbewahrt, zu einer consistenten Masse, die sich schwer mit der Hand zerdrücken lässt, selbst schwachen Hammerschlägen widersteht, sich mit dem Nagel ritzen lässt und, mit dem Messer zerschnitten, eine gewisse Politur oder Glätte annimmt. Er hat eine dunkelschwarzbraune Farbe, und sein Bruch zeigt auffallend zweierlei Aussehen: gewisse Theile sind matt und erdig, dabei ziemlich eben und weich anzufühlen, und die andern sind hingegen glatt, glänzend und erinnern an das Aussehen der glänzenden Flächen, welche gewisse faserige Brauneisensteine zeigen. Er lässt sich im Mörser sehr leicht pulverisiren und besteht, wenn man ihn nachher durch ein Seidensieb passirt, grossentheils aus beinahe unfühlbaren Partikelchen. Seine Masse ist vollkommen homogen, denn wenn man sie wäscht und die zurückgebliebenen Fragmente dann in einem Porphyrmörser zerreibt, so erhält man ein unfühlbares Pulver, das mit dem durch das Waschen abgesonderten Pulver ganz identisch ist. Der trockene Thon absorbirt sehr schnell Wasser, wenn man ihn damit in Berührung bringt, und er zerfällt dann leicht bei Anwendung von Druck, bildet aber keinen Teig, wie die fetten Thonarten, die in der Glasfabrication zu Tiegeln verwendet werden. Der Thon von Stourbridge enthält keine andern fixen Bestandtheile, als Kieselerde und Thonerde: es fand sich darin auch nicht die geringste Spur von alkalischen Erden oder Metalloxyden. Er unterscheidet sich übrigens von den meisten andern feuerfesten Thonarten durch ein grosses Verhältniss der Thonerde, die er enthält. Die erdige Masse, welche im Wesentlichen den Thon ausmacht, ist innig mit einem brennbaren Stoffe gemengt, der bei'm

Calciniren (Glühen) in verschlossenen Gefässen einen kohligen Rückstand lässt; dieser färbt jedes Partikelchen der erdigen Masse dunkelgrau und verflüchtigt sich nur durch sehr lange fortgesetztes Rösten. Diese so innige Mengung mit Kohlenstoff scheint zur Erhöhung der Feuerbeständigkeit des Thones beträchtlich beizutragen. Der Thon von Stourbridge ist zusammengesetzt aus 0,461 Kieselerde, 0,388 Thonerde, 0,128 Wasser in Verbindung mit flüchtigen brennbaren Stoffen, 0,015 Kohle, erzeugt durch Calciniren in einem geschlossenen Gefässe. Der Thon von Stannington zeigt beinahe die nämlichen äusseren Charactere, wie der von Stourbridge; nur ist seine Farbe weniger dunkel. Er ist auch nicht so homogen, indem man durch Wasser leicht glänzende Glimmerblättchen absondern kann; er ist auch noch weniger, wie der Thon von Stourbridge, geneigt, mit Wasser einen Teig zu bilden. Im geschlossenen Gefässe calcinirt, giebt er einen dunkelgrauen Rückstand, aber das Rösten macht diese Farbe nicht verschwinden und verursacht keinen Gewichtsverlust. Er war zusammengesetzt aus 0,420 Kieselerde, 0,409 Thonerde, 0,001 Bittererde, 0,013 Kalk, Spuren von Eisenoxyd und 0,147 gebundenem Wasser. Das Gemenge beider Thonarten, das man auch zur Tiegelfabrication verwendet, besteht für jeden Tiegel aus 5,22 Kilogr. (1 Kil. = 57 Loth) getrocknetem und pulverisirtem Thone von Stannington, 5,43 Kilogr. pulverisirten Tiegelscherben und 0,05 Kilogr. Coakspulver. Man befeuchtet diese Materialien mit der zur Erzeugung eines zusammenhängenden Teiges, der die ihm gegebene Form behält, nöthigen Wassermenge. Ist der Tiegel auf die im Folgenden angegebene Weise geformt und in mässiger Rothglühhitze gebrannt worden, so sieht man im Bruche deutlich, wie die nebeneinander liegenden erdigen Theilchen und die kleinen Coaksüberreste durch ein graues, thoniges Cement vereinigt sind. Diese Bestandtheile hängen nur schwach zusammen und zerfallen durch den Hammerschlag leicht in Pulver. Das Gewicht eines geglühten Tiegels war im Mittel 9,08 Kilogr. oder 16 Pfd. 6 Loth. Hat der Tiegel bereits zum Stahlschmelzen gedient, so zeigt sich seine Textur (Gefüge) vollkommen verändert. Der Teig ist in ein glasiges Email von ausserordentlicher Härte, so dass es von der Feile nicht angegriffen wird, umgewandelt, hat eine sehr dunkle, schwarze Farbe, die sich nur durch geringern Glanz von jener der eingekneteten Coaksfragmente unterscheidet. Das glasige Gefüge tritt immer mehr hervor, und die Poren werden immer weniger und kleiner (mikroskopischer), je länger der Tiegel der Stahlschmelzhitze ausgesetzt bleibt. Bei einem Tiegel, der versuchsweise während fünf Schmelzungen dieser Hitze ausgesetzt belassen worden, war die erdige Materie in ein schwarzes, sehr verglastes und vollkommen homogenes Email umgewandelt, welches, aus dem Ofen kommend, sich streckbar zeigte, wie halb erkaltetes Glas.

Art, die Tiegel zu verfertigen. Die Fabrication der Stahlschmelztiegel erfordert weniger Handarbeit, als jene der Tiegel, die in den Glas- und Zinkhütten angewendet werden. Sie geschieht mittelst Formen, deren eine man in Fig. 19 sieht. *a a* ist ein innerlich sorgfältig und rein ausgebohrter, nach oben sich etwas erweiternder und an beiden Enden offener Cylinder aus Gusseisen und von gleicher Höhe mit den zu fabricirenden Tiegeln. *b b* ist ein gusseiserner Sockel (Bodenplatte), der in einen Holzklotz fest eingelassen und mit einer cylindrischen Vertiefung versehen ist, in welche das untere Ende des Cylinders *a a* eingepasst wird. Im Mittelpuncte hat der Sockel eine Vertiefung zur Aufnahme des untern Endes des Kernes *c c* aus sehr hartem und schwerem Holze (wie es die tropischen Gegenden liefern), der die innere Gestalt der zu erzeugenden Tiegel hat, und durch den eine starke eiserne Achse hinab-

geht, deren unteres Ende in der besagten Vertiefung im Centrum des Sockels ruht, während das obere Ende einen abgerundeten Kopf trägt, der die Bestimmung hat, Schläge eines schweren Hammers zu empfangen. Ueber dem Holzkerne *c c* befindet sich eine kreisrunde gusseiserne Scheibe *e e*, die einen gleichen Durchmesser mit dem obern Ende des Cylinders *a a* hat. Wird nun das untere Ende der Achse *d* des Kernes *c c* in die dafür bestimmte Vertiefung des Sockels eingeführt, so bleibt zwischen dem Kerne *c c* in der Form *a a* ein leerer Raum, welcher genau die Gestalt hat, die man dem Tiegel geben will.

Um nun einen Tiegel zu formen, überzieht der Arbeiter zuerst die 2 Theile der Formen mit einer Schicht Oel, setzt dann den Cylinder *a a* in den Sockel *b b* ein (wie es die Fig. 19 zeigt), bringt hierauf in den Cylinder die oben angegebene Menge (10,92 Kilogr.) des Thonteiges und drückt in die Mitte dieses Teiges den Kern *c c* so ein, dass seine Achse stets vertical bleibt und mit der Achse des Cylinders *a a* zusammenfällt. Wenn der Widerstand des Thones endlich so gross wird, dass ihn der Arbeiter durch blossen Druck nicht mehr gewältigen kann, so treibt der Arbeiter den Kern vermittelst eines mit beiden Händen geführten Hammers so lange weiter ein, bis das untere Ende der eisernen Achse dieses Kernes in die für dasselbe bestimmte Vertiefung im Sockel *b* eingedrungen und die oben am Kerne befindliche runde Eisenscheibe in die obere Oeffnung des Cylinders hineingetreten ist, wie man dies Alles in Fig. 19 sieht. Um den geformten Tiegel aus der Form herauszunehmen, braucht man nur den Kern herauszuziehen, das im Boden des Tiegels durch die eiserne Achse *d* des Kernes gebildete Loch zu verstopfen, den Cylinder *a* mit dem darin befindlichen Tiegel, aus dem auf seiner Unterlage unverrückbar befestigten Sockel *b b* herauszunehmen, den Boden des Tiegels auf eine kreisrunde Scheibe von Holz (*m* Fig. 20), welche einen etwas kleinern Durchmesser als der Tiegelboden hat und von einer eisernen Stange *n* getragen wird, zu stellen und den Cylinder *a a* vorsichtig zu halten, so sinkt dieser durch sein eigenes Gewicht hinab und lässt den Tiegel isolirt auf der Scheibe *m* stehend zurück. Der Arbeiter vollendet hierauf die Form des Tiegels dadurch, dass er ihn oben durch einen gelinden Druck verengt und ihm so die in Fig. 21 genau dargestellte Gestalt giebt. Der Tiegel hat demnach seine grösste Weite 1 Decimeter (3 Z. 11 Linien) unter seiner Mündung. Sein grösster äusserer Durchmesser beträgt 19 Centimeter (7,1 Zoll), und der correspondirende innere Durchmesser beträgt 16 Centim. (6 Zoll). Der äussere Durchmesser der Mündung ist 17 Centim. (6 Zoll $4\frac{1}{2}$ Linien). Die Dicke der Tiegelwand nimmt allmälig von 3 Centimeter oder 6,3 Linien (Dicke am obern Rande) ab. Die Untersätze (Untersetzer), auf welche die Tiegel bei'm Schmelzen gestellt werden, sind kleine Cylinder (in Fig. 21) von 13 Centim. (4,9 Z.) Durchmesser und 8 Centim. ($3\frac{1}{2}$ Zoll) Höhe, und die grösste Dicke der gegen die Mitte etwas gewölbten Deckel *n* der Tiegel ist 4 Centim. (1,8 Zoll).

Es ist wesentlich, dass die Tiegel nur sehr langsam das bei'm Formen zugesetzte Wasser verlieren; man lässt sie deswegen auch einige Tage in dem Locale, wo sie geformt werden, stehen und stellt sie nachher auf Gestellen mit mehreren Etagen auf, die an den Mauern der Schmelzhütte, wo wegen der Nähe der Schmelzöfen eine ziemlich hohe Temperatur herrscht, wie man dies in Fig. 16 u. 17 bei *M N* sieht, befestigt sind.

Die Verfertigung der Tiegel ist eine sehr mühselige Arbeit, und ein guter Arbeiter bringt mit 108 Tiegeln, die eine Schmelzhütte mit 10 Oefen bei'm stärksten Betriebe

jede Woche braucht, wenigstens 6 Tage zu, und es ist unbegreiflich, warum man in einem Lande, wo die Handarbeit so theuer ist, diese Arbeit nicht schon lange durch eine Maschine vermindert hat, deren Einrichtung sich von selbst aufdringt, und bei welcher der Kern in die Thonmasse durch eine Schraubenspindel eingedrückt werden könnte, welche durch eine mit dem Sockel unveränderlich verbundene Mutter ginge.

Giessform zum Giessen des geschmolzenen Stahles. Wenn der Stahl geschmolzen und flüssig geworden ist, so wird er in gusseiserne Formen (Fig. 22) gegossen, die am obern Ende offen, am untern hingegen geschlossen sind und aus 2 Theilen bestehen, die ineinander passen, und die, während der Stahl eingegossen wird, durch Keile zusammengehalten werden, die man mittelst eines Hammers zwischen die Giessform und die zwei auf dieselbe aufgesteckten schmiedeeisernen Ringe *r,s* eintreibt. Die Gestalt der Giessformen variirt etwas in den verschiedenen Hütten und je nach der letzten Bestimmung des durch das Giessen zu erzeugenden Productes. Gewöhnlich erhält der Gussstahl die Gestalt achteckiger Prismen von 25—30 Quadratcentim. (9,4—12,1 Quadratzoll) Durchschnitt und 60 Centim. (2,2 F.) Länge. Die Giessformen werden zum Behufe des Giessens paarweise und gegen den Rand einer kleinen am Boden der Schmelzhütte angebrachten Grube geneigt aufgestellt, wie Fig. 18 zeigt.

In einer Stahlgiesserei sind auch noch nöthig: Zangen zum Herausnehmen der Tiegel aus dem Feuer (Fig. 23) und zum Eingiessen des Stahles in die Giessformen (Fig. 24); ein grosser Trichter von Eisenblech und eine lange Eisenstange (Fig. 25) zur Beschickung der Tiegel. Ferner Schürstangen zum Reinigen des Rostes und gehöriger Anordnung der Coaksstücke im Ofen; Körbe zum Transportiren und Aufgeben der Coaks, Hämmer zum Zerschlagen der Cementstahlstangen und endlich Schraubstock und andere Werkzeuge, um im Erforderungsfalle die Giessformen zuzurichten.

In Yorkshire werden die Coaks immer ausserhalb der Stahlschmelzereien erzeugt, und es befindet sich bei jeder Schmelzhütte an dem Gebäude nur noch ein ziemlich grosser Hof zur Deponirung der Sandsteine des feuerfesten Staubes, der alten Tiegel und der Ofenschlacken. Es ist gut, wenn in diesem Hofe die Wagen, welche Cementstahl, die Coaks, die feuerfesten Materialien etc. zuführen, umkehren können. Für eine Schmelzhütte, wie sie auf Taf. 72 abgebildet ist, reicht eine Area von 400 Quadratmet. (1264 Quadratf.) hin.

Rohstoff und Brennmaterial. Der zur Fabrication des Gussstahls zu verwendende rohe Cementstahl wird vermittelst eines Hammers in Stücke zweierlei Sorte zerschlagen: die einen, welche die ganze Breite der Stange behalten, sind um 5—7 Cent. (22,5—31,5 Lin.) kürzer, als die Höhe des Tiegels, so dass sie im Tiegel aufrecht gestellt werden können; die andern sind kleine, unregelmässige, meistens 10—20 Cubikcentimet. (3,6—7,2 Cubikzoll) grosse Stücke. Befindet sich bei der Schmelzhütte auch eine Werkstatt, worin Gussstahl verarbeitet wird, so giebt man mit dem Cementstahle auch eine gewisse Menge Abfälle und Ausschuss in den Tiegel.

Die Coaks sind in den meisten Hütten dicht, sehr hart, aus einer vollkommen verglasten Masse bestehend, die mit zum grössten Theile nur mikroskopisch kleinen Vertiefungen besäet und hin und her mit Rissen durchzogen ist. Dieser Risse und Sprünge wegen variirt ihre mittlere Dichte von 0,75—0,92. Eingeäschert hinterlassen sie einen lehmigen Rückstand, der mit Säuren nicht braus't und der gewöhnlich nur durch etwas Eisenoxyd gefärbt ist. Eine Analyse von Coaks, die als die besten zum Stahlschmelzen anerkannt sind, gab 0,837 fixen Kohlenstoff, 0,039 brennbare flüchtige

Bestandtheile, 0,015 hygrometrisches Wasser und 0,109 sehr feuerfeste lehmige Asche. Vor der Anwendung werden die Coaks in 60—190 Cubikcentim. (22,5—71,2 Cubikz.) grosse Stücke zerschlagen. Der Staub und das Coaksklein, welche sowohl durch dieses Zerschlagen entstehen, als auf dem Boden des Magazins zurückbleiben, werden entweder im Schmelzofen zum Anheitzen und in der Zwischenzeit zwischen zwei Schmelzungen derselben Campagne oder in dem Ofen zum Brennen der Tiegel verwendet.

Die Grösse des bei einer Stahlschmelzerei beschäftigten Personals richtet sich nach der Zahl der im Betriebe erhaltenen Schmelzöfen. Eine Hütte, die 10 Schmelzöfen in vollem Gange erhält, d. h. wöchentlich nur 5 Tage schmelzt, braucht 7—8 Arbeiter, als da sind: *a*) der Werkführer (Schmelzer, *smelter*), welcher die ganze Arbeit überwacht, die rohen Stahlstangen mit dem Hammer zerschlägt, die Beschickung für jeden Tiegel herrichtet, den geschmolzenen Stahl in die Formen giesst und an den Reparaturen der Oefen Antheil nimmt etc.; *b*) zwei Giesser (Herausnehmer, *takers out*), denen insbesondere alle bei'm Giessen erforderlichen Operationen obliegen; sie allein nehmen die Tiegel aus den Oefen und tragen sie dem Werkführer zu; *c*) der Formenzurichter (*mould geter up*), welcher dem Werkführer die Giessformen herrichtet und die gegossenen Stangen nach dem Erstarren aus den Formen nimmt; er unterstützt auch die Giesser bei'm Coaksaufgeben während des Schmelzens; *d*) der Coakszuträger (*coaky*), welcher die Coaks in Körbe füllt und in die Schmelzhütte trägt, übrigens ebenfalls die Giesser bei allen ihren Manipulationen unterstützt; *e*) der Rostüberwacher (*boy*), ein Knabe von 10 bis 12 Jahren, der sich gewöhnlich im Keller aufhält, um die Giesser davon in Kenntniss zu setzen, wenn das Aussehen des Rostes die erfolgte Durchlöcherung eines Tiegels anzeigt. Oft formt er überdies in einem gusseisernen Model die Unterstütze (Untersetzer) für die Tiegel, verkleinert mittelst eines Hammers die Scherben alter Tiegel, welche nach Entfernung der verglasten Theile, wie früher angegeben wurde, der übrigen Tiegelmasse zugesetzt werden; endlich hilft er, wenn die Schmelzöfen nicht im Gange sind, dem Tiegelverfertiger; *f*) der Tiegelverfertiger, der, wie schon oben gesagt, in einer Hütte, die 10 Schmelzöfen in voller Thätigkeit erhält, ununterbochen beschäftigt ist.

Da die Schmelzöfen nur während des Tages im Gange sind, so machen die Arbeiter nur eine einzige Schicht von 10 bis 12 Stunden, und ihr wöchentlicher Arbeitslohn beläuft sich auf 7 Pfd. 8 Schill. (an $49\frac{1}{3}$ Thl.); der Arbeitslohn ist niemals nach der Grösse des Erzeugnisses ermessen worden.

Unabhängig von den angeführten 7 oder 8 constant und regelmässig beschäftigten Arbeitern wird oft, wenn die Schmelzhütte im höchsten Grade beschäftigt ist, noch ein Gehülfe für die verschiedenen Nebenarbeiten beigesellt. In einigen kleinern Hütten mit 4 Schmelzöfen, wo wöchentlich nur durch 3 Tage 3 Oefen im Feuer erhalten werden, und wo man das Personal soviel, als möglich, zu vermindern sucht, sind nur 2 Arbeiter beschäftigt, nämlich ein Giesser, der alle vorher angegebenen Arbeiten verrichtet und ein Knabe von 14 bis 15 Jahren, der überall, wo es sein Alter erlaubt, mithilft. Der Arbeitslohn dieser zwei Menschen beläuft sich gewöhnlich auf 2 Pfd. 3 Schill. ($14\frac{1}{3}$ Thlr.)

Gang der Arbeit in einer Stahlschmelzhütte. — Eine Campagne der Stahlschmelzöfen dauert nie über fünf, oft nur drei Tage, und obgleich die Oefen während der ganzen Campagne im Feuer bleiben, so arbeiten sie doch alle 24 Stunden nur

10 Stunden. In einer Hütte, in welcher wöchentlich 5 Tage geschmolzen wird, muss die Reparatur der Oefen immer Sonntags Abend beendigt seyn; man heizt dann zuerst jeden Ofen mit grosser Vorsicht an, damit die Ofenwände trocknen und nur sehr allmälig die zum Schmelzen des Stahles erforderliche hohe Temperatur erlangen. Zu diesem Ende wirft man auf den Rost einige Schaufeln voll brennender Steinkohlen, bedeckt sie mit frischen Coaks, und wenn diese Masse in Brand zu gerathen anfängt, wird noch Lösche aufgegeben; es wird der horizontale Canal mit einem eingesetzten Ziegel beinahe ganz verstopft und die Ofenmündung mit dem Deckel Fig. 18 auf Tafel 72 verschlossen. Es erfolgt so während der folgenden Nacht eine dumpfe Verbrennung unter gehemmtem Luftzuge und durch diese die vorbesagte Austrocknung und allmälige Temperaturerhöhung bis zur dunklen Rothgluth. Ganz in gleicher Weise wird mit allen in Gang zu bringenden Oefen verfahren.

An demselben Abende bringt man auch auf den Rost des Tiegelbrennofens (Fig. 15 und 16) etwa 2 Zoll hoch brennendes Coaksklein, von einem Steinkohlenfeuer kommend, welches auf einem anliegenden Roste (Fig. 16) beständig unterhalten wird, stellt darauf die Tiegel, die den nächsten Morgen in Gebrauch genommen werden sollen, und füllt dann den Ofen ganz mit Coaksklein, sowie es im Coaksmagazin übrig bleibt, oder mit den Coaksstücken, die unverbrannt in die Aschenräume hinabfallen, ganz voll. Montag Mittag wird zum eigentlichen Anheitzen der Oefen geschritten. Zu diesem Ende entfernt man mit einer Krücke die pulverige Masse, die man bis dorthin in den Oefen belassen hat, reinigt den Rost gut und setzt die Tiegel ein. Die Mitten (Achsen) der beiden Tiegel, die in einen Ofen zu stehen kommen, müssen sich in der nämlichen Verticalebene und in gleichen Entfernungen von den zwei grösseren Seitenwänden des Ofens befinden; sowohl zwischen den zwei Tiegeln selbst, als zwischen den Tiegeln und den kleinen Seitenwänden des Ofens bleibt (in der besagten Verticalebene gemessen) ein 5 Cent. (22,5 Linien) breiter Raum leer. Bei dieser Anordnung der Tiegel beträgt der Abstand der Tiegel voneinander und von den grössern Seitenwänden des Ofens 95 Millim. (3,5 Zoll). Man setzt nun die Deckel auf die leeren Tiegel, füllt die Oefen mit frischen Coaks an, verstopft die horizontalen, zur Esse führenden Canäle und schliesst die Oeffnung oben in jedem Ofen. Es entsteht nun sogleich ein sehr starker Zug, und im Verlaufe von einer halben Stunde erreicht der Ofen eine sehr hohe Hitze.

Jetzt wird zur Beschickung der Tiegel geschritten; zu diesem Behufe deckt man sie ab, steckt den im Vorhergehenden erwähnten und in Fig. 47 dargestellten Trichter von Eisenblech hinein, und nun giebt der Werkführer zuerst 2—3 etwa 35 Cent. (12,3 Zoll) lange Stahlstücke hinein. Um aber die Tiegel gegen Stösse zu schützen, bringt schon vorher ein Giesser in den Trichter hinein eine gerade Stange, die in Fig. 25 angezeigte Stellung ihr gebend. Die Stahlstücke werden senkrecht an die eine Seite des Tiegels gestellt, und der Zwischenraum zwischen denselben und der entgegengesetzten Seite wird hierauf mit kleinen Stahlstücken ausgefüllt. Diese Anordnung hat zum Zwecke, in die Tiegel möglichst viel Stahl hineinzubringen. Oft macht man bei'm Beschicken, wie vorn angegeben worden ist, den Beschluss mit Abfällen von Stahlblech, Stahldraht und dem Ausschusse der verschiedenen Fabricationsartikel. Die ganze Beschickung eines Tiegels variirt von 28—36 engl. Pfund, gewöhnlich beträgt sie 30 engl. Pfund.

Nach erfolgter Beschickung werden die Deckel wieder auf die Tiegel gesetzt, die Oefen mit frischen Coaks gefüllt, die oberen Mündungen der Oefen mit den betreffenden Deckeln Fig. 24 verschlossen und das Schmelzen begonnen.

Führung des Feuers. Zur Erzeugung und Unterhaltung der zum Schmelzen des Stahles erforderlichen hohen Hitze müssen Coaks, welche die in dem frühern Theile dieses Aufsatzes angegebenen Bedingungen erfüllen, angewendet und überdies noch gewisse Regeln bei'm Aufgeben dieses Brennmaterials beobachtet werden.

Das Aufgeben des Brennmaterials darf nicht zu oft stattfinden, weil dabei der Ofen in doppelter Weise eine Abkühlung erfährt, einmal, weil durch Oeffnung der obern Mündung zeitweilig der Zug vermindert und das andere Mal, weil ein kalter Körper in den Ofen gebracht wird. Es ist viel besser, selten, aber immer in grossen Gichten, den Brennstoff aufzugeben. Gewöhnlich werden von Stunde zu Stunde in jedem Ofen 20—25 Kilogr. (35$\frac{1}{4}$—44$\frac{1}{2}$ Pfd.) aufgegeben. Zu diesem Ende werden die im Ofen zurückgebliebenen Coaks mit einem Schüreisen zusammengehäuft und nachher langsam die neue Gicht so aufgeschüttet, dass der leere Raum möglichst ausgefüllt wird. Während ein Arbeiter die Coaks aufschüttet, vertheilt ein anderer mittelst einer Schürstange die Stücke gleichmässig, zieht jene, die in den horizontalen Essen oder Canälen hineingefallen sind, aus diesen heraus, um den Zug in gehöriger Wirksamkeit zu erhalten und häuft die Coaks an der dem Canale gegenüberliegenden Ofenwand zu einer geneigten Fläche an. Alles dies muss in weniger als 2 Minuten geschehen seyn. Da die Coaksasche feuerfest ist, so wird durch sie der Rost nicht verstopft, und sie fordert somit von Seite der Arbeiter nur geringe Sorgfalt. Nur manchmal sieht man zwischen den Roststangen eine verglaste flüssige Masse in Fäden hinabfallen; aber auch dann bedarf es keiner besondern Reinigung der Roststäbe mittelst Brechstangen.

Das Schmelzen des Stahles ist gewöhnlich vier Stunden nach dem Beschicken vollendet. Der Giesser überzeugt sich von dem Zustande der Beschickung durch Abdecken der Tiegel. Die Arbeiter sorgen bei'm Aufgeben der Coaks dafür, dass der Obertheil der Tiegel von Coaks entblösst sey, wenn der Augenblick des Giessens herankömmt. In den Oefen, wo die Schmelzung noch nicht ganz vollendet ist, wird immer noch etwas Brennstoff aufgegeben, und man giesst aus diesen Oefen zuletzt.

Giessen und Formen des geschmolzenen Stahles. Das Giessen des Stahles zu Barren muss mit grösster Schnelligkeit geschehen und fordert das Zusammenwirken aller Arbeiter. Die Giesser ergreifen mittelst der dazu bestimmten und in Fig. 23 abgebildeten Zange die Tiegel, welchen die Untersätze (Untersetzer) und die Deckel anhängend bleiben und stellen sie vor den Werkführer hin, der sie wieder mit einer andern in Fig. 24 abgebildeten Zange ergreift, mit einem schwachen Hammerschlage den Deckel losmacht und den ganzen Inhalt sogleich in eine Giessform giesst. Das Metall ist sehr flüssig und wirft zahlreiche Funken umher, die noch einige Secunden nach Eingiessen der ganzen Beschickung in die Form aus dieser herausspritzen. Der Arbeiter kann den vollen 25 Kil. (45 Pfund) schweren Tiegel nun aufheben, indem er die Zange mit beiden Händen ergreift und fest an seinen Körper anhält. Hierbei würde er sich seine Hände und Kleider verbrennen, wenn er sie nicht mehrfach mit Wolle umhüllt hätte. Der entleerte Tiegel wird ohne besondere Behutsamkeit auf den Boden der Schmelzhütte hingeworfen, wo er so lange liegen bleibt, bis auch der

andere Tiegel desselben Ofens auf gleiche Weise entleert wurde, wo dann beide Tiegel, mit ihren Deckeln bedeckt, leer in den Ofen zurückgebracht und darin nach Verschliessung desselben und nach Aufgeben von etwas frischen Coaks wieder gehitzt werden. Auf die angegebene Art wird ohne Unterbrechung nach und nach mit jedem Ofen der Hütte verfahren. Während dieses Manövers richtet der Formenzurichter immer neue, sorgfältig getrocknete Giessformen vor, entfernt die bereits angefüllten, nimmt sie, nachdem der Stahl erstarrt ist, auseinander und stürzt im Hofe die Gussstahlbarren heraus, damit sie, ohne den Arbeitern nachtheilig zu seyn, daselbst erkalten.

Nachdem das Giessen und Wiedereinsetzen der leeren Tiegel in die Oefen beendigt ist, erhalten diese Tiegel eine frische Beschickung von rohem Cementstahle, indem hierbei die Oefen in derselben Ordnung wie bei'm Giessen genommen werden, und leitet nachher das Feuer wie vorher. Dieses zweite Schmelzen unterscheidet sich von dem ersten nur darin, dass, da die Oefen jetzt eine höhere Hitze besitzen, das Schmelzen gewöhnlich schon in drei Stunden und mit 3 Coaksgichten beendigt ist. Nach einem dritten, im Mittel ebenfalls 3 Stunden dauernden, Schmelzen kommen die Tiegel ausser Dienst, und die Operation wird bis zum folgenden Tage unterbrochen. Zu diesem Ende reinigt man sorgfältig den Rost und die Wände jedes Ofens, bringt Coaksabfälle ein, wie des Tags vorher geschehen, schliesst die Mündung des horizontalen Canals mit einem Ziegelsteine und die obere Oeffnung des Ofens mit dem betreffenden Deckel und setzt endlich die Tiegel, die am folgenden Tage in Gebrauch genommen werden sollen, in den zum Brennen derselben dienenden Ofen ein. Dienstag Abends 6 Uhr wird wieder angeheizt, sowie dies Montags geschehen, nur mit dem Unterschiede, dass, da jetzt die Oefen viel heisser sind, die Dauer des Anheitzens vor der ersten Beschickung auf eine Viertelstunde beschränkt werden kann. Es werden wieder drei Schmelzungen nacheinander gemacht, und es wird in dieser Art bis Freitag Abend fortgefahren. Die Oefenwände sind dann, selbst wenn die Materialien die gewünschte Qualität besitzen, so beschädigt, dass das Schmelzen nicht mehr fortgesetzt werden kann, und man benutzt den Samstag und Sonntag zum Abbrechen und Wiederaufbauen der innern Schachtmauer; Sonntags Abends 6 Uhr beginnt endlich wieder das Anheitzen und hiermit eine neue Campagne.

Die Tiegel sind, nachdem sie die dritte Schmelzung überstanden haben, keineswegs absolut untauglich zu weiterm Gebrauche; die Mehrzahl derselben könnte noch eine oder zwei Schmelzungen aushalten, allein die Erfahrung hat gezeigt, dass die Tiegel dann doch öfter zu Grunde gehen, und dass der Verlust an Stahl, der hierdurch erlitten wird, die Ersparung auf- und sogar überwiegt, die durch öftern als dreimaligen Gebrauch eines und desselben Tiegels erzielt wird.

Ungeachtet der grossen Sorgfalt, welche bei Verfertigung der Tiegel beobachtet wird, geschieht es doch öfters, dass sie während des Schmelzens Risse oder ein Loch bekommen, wo dann ihre ganze Beschickung aus- und durch Einfluss des oxydirenden Mittels, das sie passirt, ganz umgeändert in den Aschenraum hinabrinnt. Werden die Giesser durch den Wächter, indem dieser glänzende Funken durch den Rost hinabfallen sieht, von einem solchen Unfalle noch bei Zeiten in Kenntniss gesetzt, so kann dem Verluste des ganzen Tiegelinhalts dadurch vorgebeugt werden, das die Giesser äusserlich an der beschädigten Stelle des Tiegels einen Klumpen oder Pfropf von feuerfestem Thone appliciren und den Tiegel so neigen, dass die gesunde Seite den Druck des flüssigen Inhalts zu ertragen hat. Fliesst der Tiegel ungeachtet der

Anwendung dieses Mittels noch aus, so muss er schnell aus dem Ofen genommen werden, um so das zu retten, was noch dadrin geblieben ist. Dieses Ausrinnen der Tiegel ist beinahe die einzige Ursache des geringen Abganges, der in den Stahlschmelzereien stattfindet.

Ein anderer Grund, welcher die Zahl der mit einem und demselben Tiegel vorzunehmenden Schmelzungen beschränkt, ist die allmälige Verminderung seines Volums, die er erleidet und welche eine entsprechende Verminderung des Gewichts der Beschickung nach sich zieht. Der innere Raum eines an der Luft getrockneten Tiegels beträgt 8,85 Liter (6,19 Wien. Maass); bei einem Tiegel, der zu drei Schmelzungen gedient hatte und noch vollkommen wohlerhalten war, fand sich dieses Volum auf 6,3 Liter (4,41 Maass) vermindert, und die Arbeiter mehrerer Schmelzhütten stimmten ganz in der Behauptung überein, dass diese Volumsverminderung sich bei jeder neuen Schmelzung immer wieder zeige. Der Einfluss dieser stattfindenden Volumsverminderung auf das Gewicht der Tiegelbeschickung ist so gross, dass die drei Beschickungen eines und desselben Tiegels im Verhältnisse von 32 zu 30 und 23 Pfd. abnehmen.

Keine Ofencampagne dauert über 5 Tage; man ist aber oft, wegen minder guter Qualität der feuerfesten Materialien, woraus der Ofen besteht, genöthigt, die Campagne früher zu unterbrechen. Beinahe immer zeigen sich schon nach dreitägigem Heitzen die Wände ziemlich bedeutend angefressen, so dass der Brennmaterialbedarf beträchtlich wächst. Während der mittlere Bedarf des zweiten Schmelztages 250 Gew.-Theile Coaks auf 100 Gew.-Theile Stahl ist, beträgt dieser Bedarf im fünften Tage oft über 350 Gew.-Theile. Aus diesem Grunde macht man zu Zeiten, wo wegen Stockung im Handel die Oefen nicht im lebhaftesten Betriebe erhalten werden können, gewöhnlich lieber nur dreitägige Campagnen, als dass man die Zahl der im Gange befindlichen Oefen vermindert.

Eigenschaften des Gussstahles. Der Gussstahl nimmt sehr genau die Gestalt der Formen an, in die er gegossen wird. Das Gewicht einer gegossenen Barre variirt zwischen 12—16 Kilogr. ($21\frac{1}{2}$—$28\frac{1}{2}$ Pfd.). Obgleich der rohe Cementstahl sehr zerbrechlich und brüchig ist, so sind die Gussstahlbarren wegen ihres beträchtlichen Querschnittes doch sehr schwer zu zerbrechen. Der frische Bruch zeigt eine graue Farbe ohne bläulichen Reflex, welche etwas an die Farbe des unreinen Antimons erster Schmelzung erinnert. Die ganze Masse ist gewöhnlich besäet mit sehr kleinen Vertiefungen (Höhlungen) von runder Gestalt und irisirender Oberfläche, und beinahe immer ist in der Mitte eine viel grössere Höhlung vorhanden, deren irisirende Oberfläche mit einer grossen Menge von Stahlkrystallen bedeckt ist. Uebrigens ist der Bruch körnig und uneben und zeigt, im spiegelnden Lichte betrachtet, deutlich eine Neigung zu einem sehr regelmässigen, blätterigen und faserigen Gefüge. Die Fasern haben alle eine auf die anliegende äussere Fläche perpendiculäre Richtung, so dass sie, indem sie sich begegnen, sehr regelmässig die Diagonalen des quadratischen Querschnittes der Barren sichtbar machen.

Tafel über die Fabricationskosten des Gussstahls in Yorkshire.

Fabricationskosten für 1000 Kilogr. (10 Kilogr. = 21 Pfund Cöln.) Gussstahl. Specielle Kosten:	Materialien-verbrauch und Tagarbeit.	Werth des Materials und der aufgewendeten Tagarbeit.	
		Theilwerth.	Totalwerth.
	Kilogr.	Francs	Francs
Roher Cementstahl	102,7	—	
Coaks, 1,65 Francs für 100 Kilogr.	325,0	5,36	
Tiegel: 108 Stücke wöchentlich, welche folgende Kosten machen:			
Thon von Stourbridge 519 Kil. 31,19 Fr.			
Thon von Stannington 559 — 17,33 —			
Thon für Untersätze u. Deckel 450 — 13,95 —			
1568 Kil. 62,47 Fr.			
Handarbeit: 1 Arbeiter wöchentlich zu 1 Schill. 6 Pence macht 32,77 Fr.			13,63
Verschiedene andere Kosten: für Gehülfen, Formen der Untersätze und Deckel, Oel zum Formen, die Formen selbst . 17,56 —			
112,80 Fr.	29,1	2,84	
Materialien zur Unterhaltung der Oefen durch eine Woche	225,0	1,08	
Handarbeit bei'm Schmelzen und Unterhaltung der Oefen 3,07 Fr. pr. Tag	1,23 Tag	3,78	
Nebenarbeiten	—	0,37	
Allgemeine Kosten:			
Industrielles Capital: Miethe der Hütte oder Interessen des Capitals 5 Pr. 106	—	0,94	
Umlaufscapital: Interessen 6 Pr. 100	—	0,33	
Unterhaltung der Werkzeuge, Giessformen, Schürstangen, Coakskörbe etc.	—	0,44	7,45
Verschiedene Auslagen für Patente, Postporto, Kanzlei etc.	—	0,62	
Gewinn	—	5,12	
		Totalsumme	20,08

Diese 20,08 Francs erhalten gewöhnlich die Fabricanten, welche den rohen Cementstahl, der ihnen von andern Fabricanten geliefert wird, schmelzen und in Gussstahl umwandeln, und das in vorstehender Tabelle enthaltene Detail ist von einer Hütte hergenommen, in welcher in den letzten Jahren 10 Oefen im lebhaftesten Gange waren und die wöchentliche Erzeugung sich auf 8763 Pfund belief.

Raffiniren des Gussstahls. Die Gussstahlbarren zeigen in ihrem Mitteltheile immer Höhlungen, welche von der Zusammenziehung des geschmolzenen Metalls bei'm Erstarren herkommen, und übrigens fehlt ihnen auch die Hämmerbarkeit. Sie müssen daher, um verarbeitet werden zu können, zuvor mehrmals gehitzt und gestreckt werden, durch welche Operationen, die viel Vorsicht erfordern, jene Stahlsorte erhalten wird, welche man in Yorkshire zweimal raffinirten Stahl heisst. Der raffinirte

Gussstahl übertrifft an Qualität im Allgemeinen jene Stahlsorten, welche aus dem nämlichen Eisen und durch zweifaches Gerben des rohen Cementstahles erhalten werden. Er ist weniger unganz und fehlerhaft, ist homogener und behält bei der Verarbeitung seine Stahleigenschaft besser bei.

Vom Härten des Stahls.

Im Allgemeinen versteht man unter Härten das plötzliche Abkühlen des glühenden Stahls in kalten, am Besten in tropfbar flüssigen Substanzen. Der geglühete und nicht gehärtete, sondern langsam und von selbst erkaltete Stahl ist wenig härter, als das Stabeisen, und besitzt dieselben Eigenschaften, die er vor dem Glühen hatte, insofern er nicht vor dem Glühen schon gehärtet war.

Durch das Härten erleidet der Stahl folgende Veränderungen:

1) Er behält die durch die vorhergegangene Erhitzung bewirkte Vergrösserung seines Volums nach dem Ablöschen zum Theil, wogegen der erhitzte und langsam von selbst erkaltete Stahl wieder dasselbe Volum einnimmt, welches er vor der Erhizzung hatte.

2) Er bekommt daher durch das Härten eine etwas geringere Dichtigkeit, oder ein etwas geringeres specifisches Gewicht, als er vor dem Härten hatte. Bei dem freiwilligen langsamen Erkalten behält der Stahl seine ursprüngliche Dichtigkeit, welche er auch dann wieder erhält, wenn man den schon gehärteten Stahl abermals erhitzt und langsam erkalten lässt.

3) Er erhält durch das Härten eine glatte und völlig metallisch glänzende Oberfläche, weil sich die Glühspandecke bei'm plötzlichen Erkalten nach andern Gesetzen zusammenzieht, als der Stahl. Stahl, welcher durch das Härten keine metallisch-glänzende Oberfläche bekommt, ist eisenartig, indem das Stabeisen durch das Ablöschen wieder dasselbe Volum erhält, welches es vor der Erhitzung hatte, so dass der Glühspan sich mit demselben ausdehnt und wieder zusammenzieht.

4) Er leidet eine wesentliche Veränderung seines Gefüges, indem das Korn so fein wird, dass die Bruchfläche das Ansehen des feinsten Silbers erhält und mit unbewaffneten Augen keine körnige Textur mehr sichtbar ist.

5) Er bekommt eine lichtere Farbe und erhält daher mehr Glanz, als vor dem Härten.

6) Er wird durch das plötzliche Abkühlen ungleich härter, als er vor dem Glühen war und behält diese Härte, wenn er nicht von Neuem wieder geglüht wird.

7) Er bekommt durch das Härten eine grössere absolute und respective Festigkeit.

8) Bei einer zu grossen und der Natur des Stahls nicht angemessenen Temperaturveränderung nimmt die Festigkeit des Stahls ab, die Härte und Sprödigkeit aber nehmen zu. Bei einem noch grösseren Grade der Temperaturveränderung nehmen Härte und Sprödigkeit so zu, dass sich der Stahl zerpülvern lässt und nur eine geringe Festigkeit behält.

Alle diese Veränderungen hängen von dem Unterschiede der Temperatur, also theils von der Stärke der Erhitzung, theils von der Stärke der Abkühlung, folglich von der Temperatur und von der Wärmeleitungsfähigkeit des Mittels ab, in welchem die Abkühlung geschieht.

Nach Réaumur und Rinman soll das Volumen des gehärteten Stahls das des ungehärteten etwa um $\frac{1}{48}$ übertreffen, oder das Verhältniss der Länge eines gehärteten Stahlstabes zu der eines ungehärteten soll wie 144 zu 145 seyn. Den Stahlarbeitern ist die Eigenschaft des Stahls, nach dem Härten eine grössere Ausdehnung zu erhalten, sehr wohl bekannt, indem sie zu grossen Ungelegenheiten Anlass giebt, wenn der Stahl auf der einen Seite sehr eisenartig, oder wenn er mit Eisen zusammengeschweisst ist. Das weiche Eisen erhält nämlich nach dem Ablöschen seine ursprüngliche Länge wieder, welche es vor dem Glühen hatte; und daher zieht sich die aus härterem und weicherem Stahle, oder aus Stahl und Eisen bestehende Stahlarbeit bei'm Härten krumm und muss bei'm folgenden Anlassen erst wieder gerichtet werden. Das Richten der Stahlarbeiten ist oft eine sehr beschwerliche und mühsame Arbeit, bei welcher die eisenartige, kürzere Seite häufig durch Hämmern ausgereckt oder ausgetrieben werden muss.

Es ist indess noch nicht entschieden, ob aller Stahl nach dem Härten ein grösseres Volum einnimmt, oder weniger Dichtigkeit erhält. Rinman führt bei dem besten Rohstahle ein Beispiel vom Gegentheile an, indem der Stahl durch das Härten sein Volum um $\frac{1}{27}$ verminderte, oder etwa um $\frac{1}{81}$ kürzer ward, als vor dem Glühen. Derselbe Metallurg ist sogar der Meinung, dass der beste und am Meisten elastische Stahl nach dem Härten keine Volumvermehrung, sondern vielmehr eine Volumverminderung zeigen müsse, welches auch nicht unwahrscheinlich ist.

Welchen Einfluss das Härten auf die Dichtigkeit oder auf das specifische Gewicht, folglich auch auf das Volumen der verschiedenen Stahlarten habe, verdient noch genauer untersucht zu werden. Rinman neigt sich zu der Meinung, dass aller Cementstahl bei'm Härten ausgedehnt und aller Rohstahl zusammengezogen werde. Von diesem Verhalten hängt ohne Zweifel der Grad der Festigkeit und der Elasticität des Stahls sehr ab, weil der Stahl, welcher nach dem Härten am Stärksten ausgedehnt bleibt, ohne Zweifel die geringste Festigkeit, vielleicht auch die geringste Elasticität, besitzt.

Die Veränderung des Volumens des Stahles bei'm Härten kann bei einer und derselben Stahlsorte nicht gleichbleibend seyn, sondern sie wird von dem Grade der Hitze abhängen, bei welchem die Härtung vorgenommen ward. Desshalb verliert auch der in einer zu grossen Hitze gehärtete Stahl alle Festigkeit und Elasticität und wird mürbe und spröde.

Die Biegsamkeit eines Körpers ist im Allgemeinen der Zerbrechlichkeit entgegengesetzt. Dass der festeste Körper immer der biegsamste ist, wird durch die Erfahrung nicht bestätigt. Biegsames Wachs zeigt, z. B., eine sehr geringe Festigkeit. Ausserdem hängt die Biegsamkeit auch von der Stärke oder von der Dicke des Körpers ab. So sind Hobelspäne, z. B., ungemein biegsam, obgleich das Holz in dickeren Stücken eine weit geringere Biegsamkeit äussert. Es können also nur die verschiedenen Grade der Biegsamkeit bei einem und demselben Körper und dann auch nur bei einer und derselben Dimension miteinander verglichen werden. Dickere Eisenstäbe müssen daher an sich weniger biegsam seyn, als aus demselben Eisen geschmiedete dünnere Stäbe.

Die Biegsamkeit des Eisens ist um so grösser, je reiner das Eisen ist oder je weicher es sich zeigt, obgleich es auch weiches Eisen von geringer Biegsamkeit geben kann, welches dann ein mürbes, schlechtes Stabeisen ist. Das weiche Stabeisen

wird aber niemals Elasticität, d. h. den Zustand der Biegsamkeit äussern, in welchem es seine vorige Gestalt wieder anzunehmen strebt und bei'm Aufhören der drückenden Kraft auch wirklich wieder annimmt. Diese Modification der Biegsamkeit steht nur dem Stahle, d. h. dem harten Stabeisen, zu. Die Elasticität scheint also mit der Härte in einem gewissen Zusammenhange zu stehen, obgleich die Härte nicht die Ursache der Elasticität seyn kann, weil sonst die harten Körper auch elastisch seyn müssten. Sehr wahrscheinlich wird die Elasticität nur bis zu einem gewissen Grade durch die Härte befördert, worauf die Wirkungen der Sprödigkeit eintreten, wesshalb der härteste Stahl nicht immer der am Meisten elastische seyn kann. Daraus ergiebt sich, dass jeder Stahl nicht stärker gehärtet werden muss, als nöthig ist, um den ganzen Grad seiner Elasticität zu gewinnen. Je leichter der Stahl die Härte annimmt, d. h., je weniger stark er vor dem Ablöschen erhitzt werden darf, desto vollkommener ist er und desto weniger wird er in seinem Gefüge durch die Ausdehnung, welche er bei'm Erhitzen erleidet, gestört. Stahl, der mit der grössten Härte die grösste Elasticität verbindet, ist der vollkommenste. Dies kann nur der Stahl seyn, welcher keine fremden Bestandtheile (Erdbasen, Schwefel, Phosphor oder andere Metalle) in chemischer Verbindung enthält, und bei welchem Eisen und Kohle auf's Innigste und Gleichartigste miteinander verbunden sind. Ertheilt man dem Stahle eine geringere Härte, als er anzunehmen fähig ist, so wird er zwar zäher und weniger zerbrechlich, aber in demselben Verhältnisse auch weniger elastisch seyn.

Um also dem Stahle alle Härte und Elasticität mitzutheilen, welche er anzunehmen fähig ist, muss er bei einem seiner jedesmaligen Natur angemessenen Grade der Hitze gehärtet werden. Ist der Unterschied der Temperaturen im Zustande der Erhitzung und der Abkühlung zu gross, so wird sich zwar die Härte noch vermehren können, allein die Festigkeit und Elasticität des Stahls nehmen ab und die Sprödigkeit wird grösser. Bei einer zu starken Erhitzung nimmt die Festigkeit bis zu dem Grade ab, dass der Stahl zu einer mürben, pulverisirbaren Masse umgeändert wird.

Weil es eigentlich der Unterschied der Temperatur ist, worein der Stahl bei'm Härten plötzlich versetzt wird, wodurch die verschiedenen Grade der Härte eines und desselben Stahls bestimmt werden, so scheint es bei'm Härten nur darauf anzukommen, diese Temperaturdifferenz der jedesmaligen Bestimmung des Stahls angemessen anzuwenden. Verlangt man von dem Stahle mehr Härte und weniger Elasticität, so würden die Unterschiede der Temperatur grösser seyn müssen, als wenn dem Stahle weniger Härte und mehr Elasticität zu Theil werden sollen. Diese Temperaturunterschiede würden auf doppelte Weise hervorgebracht werden können. Entweder dadurch, dass der zu verschiedenen Zwecken bestimmte Stahl, bei einerlei und zwar bei dem seiner Beschaffenheit angemessenen Grade der Hitze glühend gemacht, und dass nur die Temperatur des Mittels, in welchem die Härtung erfolgen soll, verändert wird; oder dadurch, dass die Temperatur des Härtemittels unverändert bleibt, dem Stahle aber die ihm angemessene grösste Hitze gegeben wird, wenn von aller Härte, die er anzunehmen fähig ist, Gebrauch gemacht werden soll, wogegen man ihn schwächer erhitzt, wenn man mehr von seiner Festigkeit und Elasticität, als von seiner Härte Gebrauch machen will.

Der erste Weg würde der ungleich vorzüglichere seyn, wenn es nicht sehr grosse Schwierigkeiten hätte, Härtemittel von so verschiedener Temperatur anzuwenden, als durchaus erforderlich seyn würden, um einem und demselben Stahle, durch die Ver-

schiedenheit der Temperatur der abkühlenden Medien, die für jeden Fall verlangten grösseren und geringeren Grade der Härte und Elasticität mitzutheilen.

Der zweite Weg ist desshalb zu verwerfen, weil die Elasticität des Stahls zum Theil von seiner Härte abhängig ist und ein zu geringer Grad der Hitze daher wohl dazu führen kann, einen weniger harten Stahl zu erhalten, aber auch zugleich bewirkt, dass demselben nicht der Grad der Festigkeit und Elasticität zu Theil wird, welchen derselbe anzunehmen fähig ist, wenn er bis zu dem Grade erhitzt wird, den er nach seiner Beschaffenheit, nämlich nach der Grösse seines Kohlegehaltes, wirklich anzunehmen vermag.

Der Stahl muss folglich, wenn von aller Härte und zugleich von aller Elasticität, welche er überhaupt anzunehmen fähig ist, Gebrauch gemacht werden soll, immer bis zu dem Grade erhitzt werden, der seiner Beschaffenheit angemessen ist, und zugleich ist die Temperatur und Beschaffenheit der Härtemittel mit Rücksicht auf die Bestimmung des Stahls zweckmässig abzuändern. Davon allein würde aber noch kein vollständiger Erfolg zu erwarten seyn, um dem Stahle diejenige Sprödigkeit zu entziehen, welche immer mit dem grössten Grade der Härte des Stahls, selbst in dem Falle verbunden ist, wenn derselbe nicht überhärtet, d. h. bei keinem höheren Grade der Hitze, als bei demjenigen gehärtet worden ist, bei welchem sich Härte und Elasticität am Vollständigsten entwickeln. Diese Sprödigkeit wird zwar um so weniger bedeutend seyn, je richtiger der Grad der Hitze des Stahls bei'm Härten getroffen worden ist, so dass sie in solchen Fällen unbeachtet bleiben kann; allein wegen der ungleichartigen Beschaffenheit alles nicht gegossenen Stahls und wegen der Unvollkommenheit des Härteprocesses selbst, wird sie in den mehrsten Fällen nicht zu vermeiden seyn, sondern durch eine zweite Operation, nämlich durch das Anlassen, wieder gehoben werden müssen.

Herr Gill hat die Erfahrung gemacht, dass es der Operation des Anlassens nicht bedürfe, wenn man den Stahl, welcher bis zu dem zum Härten erforderlichen Grade der Temperatur erhitzt worden ist, in ein geschmolzenes und bis zum Rothglühen erhitztes Metallbad, aus einer leichtflüssigen Mischung von Blei und Zinn, taucht. Dies ist eigentlich der vorhin erwähnte erste Weg, welcher sich bei'm Härten befolgen liesse. Ob derselbe aber für alle Stahlarten und für jede Bestimmung, welche ein und derselbe Stahl erhalten soll, anwendbar ist, ist keinesweges ausser Zweifel gesetzt.

Wenn es ein leichtes Mittel gäbe, den Grad der Hitze zu bestimmen, welcher der jedesmaligen Beschaffenheit des Stahls am Angemessensten ist, so würde der Process des Härtens keine grosse Schwierigkeit darbieten, weil man den Stahl nur bis zu jenem Hitzgrade glühend machen und ihm dann, sey es durch Ablöschen in kaltem Wasser und durch daraus erfolgendes Anlassen, oder durch das Eintauchen in ein leichtflüssiges Metallbad, die Härte mittheilen dürfte, welche er anzunehmen fähig ist. Obgleich der weichere Stahl im Allgemeinen stärker erhitzt werden muss, als der härtere, weniger stabeisenartige, so bleibt die Bestimmung des für jeden Fall angemessenen Hitzgrades doch immer schwierig, weil man kein zuverlässiges und leicht anwendbares Mittel kennt, die Grade der Hitze in den höheren Temperaturen zu messen. Die Stärke der Erhitzung muss daher der Erfahrung und den Augen des Arbeiters überlassen bleiben, wobei durch zufällige Umstände so leicht eine Täuschung möglich ist. Diese Schwierigkeit wird durch die oft sehr verschiedenartige Beschaffenheit eines und des-

selben Stahls noch ungemein vermehrt. Die verschiedenen Grade des Glühens sind dem Auge nur durch die dunkleren und lichteren Farben, in denen das Eisen erscheint, bemerkbar, und diese Nuancirungen gehen so unbemerklich ineinander über, dass nur ein sehr geübtes Auge sie zu unterscheiden vermag. Zwischen der braunrothen Glühhitze, in welcher das Eisen zuerst im Finstern leuchtet und der Schweisshitze, welche der höchste Grad des Glühens ist, liegen die unendlichen Abstufungen der dunkel- und hellrothen Glühgrade, bei denen die Härtung vorgenommen werden muss. Die braunrothe Glühhitze giebt eine kaum bemerkbare Härte, und die Schweisshitze einen unbändigen, spröden und mürben Stahl. Beide Hitzgrade liegen aber 90 Grad Wedgwood auseinander, und ungeachtet dieser ausserordentlichen Verschiedenheit der Temperatur, hat man doch nur 2 Grade des Rothglühens, die kirschrothe und die rosenrothe Glühhitze, mit den Augen deutlich unterscheiden können.

Der Vorschlag, Metallgemische zu machen, welche in einer bestimmten Temperatur schmelzen, um in diesen geschmolzenen Metallgemischen den Stahl glühend zu machen, damit er, wenigstens bei feinen Sachen, immer einerlei Hitzgrad erhalte, ist desshalb unausführbar, weil die meisten Metalle schon in einer geringeren Temperatur als in derjenigen schmelzen, welche der Stahl zum Härten erfordert, und weil die Gemische der strengflüssigeren und leichtflüssigeren Metalle theils unbekannt und schwierig in der Anwendung, theils sehr unvollkommen und häufig gar nicht darstellbar sind, auch schwerlich immer in einerlei Grade der Temperatur würden flüssig erhalten werden können, sondern häufig stärker, als der Schmelzpunct es gerade erfordert, erhitzt werden würden.

Bei manchen Stahlarbeiten ist es vorzuziehen, die Erhitzung nicht in einem offenen Feuer, sondern in einem glühenden Sandbade vorzunehmen, weil sich dadurch wenigstens eine gleichartige Temperatur mittheilen, auch die Temperatur des glühenden Sandes einigermaassen, mindestens aber mit mehr Zuverlässigkeit als die Temperatur des glühenden Gases bei offenem Feuer, bestimmen lässt.

Es ist eine allgemeine Regel, dass das Korn desto gröber und desto weisser ist, in je grösserer Hitze der Stahl gehärtet wird. Je feiner, grauer und matter das Korn, in desto geringerer Hitze erfolgte die Härtung. Nur wenn der Stahl so sehr überhitzt wird, dass er fast in den erweichten Zustand gelangt, besitzt er weder ein so weisses, noch ein so grobes Korn, als wenn die Härtung in einer etwas niedrigeren Temperatur erfolgte; aber er ist dann so mürbe und so spröde geworden, dass er nur noch eine sehr unbedeutende Festigkeit zeigt. Es müssen also Farbe, Grösse und Glanz des Korns die Kennzeichen abgeben, welche bei der Bestimmung des richtigen Grades der Temperatur bei'm Härten die Anleitung geben.

Rinman giebt folgendes Mittel an, den rechten Grad der Hitze zum Härten auszumitteln. Ein in der Rothglühhitze spitzig geschmiedetes Stück von dem zu härtenden Stahle wird auf der äussersten Spitze weisswarm gemacht, so dass es 2 bis 3 Zoll höher herauf kaum noch sichtbar glühend ist, dann senkrecht in kaltes Wasser gesteckt und völlig darin abgekühlt. Von dem so gehärteten Stahle wird, in möglichst geringen Entfernungen von der Spitze, ein Stück nach dem andern abgeschlagen, um nach den Abstufungen der Feinheit des Korns, verbunden mit dem Grade der Härte, welcher durch die Feile aufgefunden werden muss, den rechten Grad der Glühhitze zu beurtheilen. Der Stahl muss dann bei'm Härten bis zu dem Grade geglüht wer-

den, welchen derjenige Theil des abgeschlagenen Stahls erhalten hatte, der das feinste Korn zeigte und sich am Härtesten gegen die Feile verhielt.

Diese Methode erfordert aber eine grosse Uebung und muss oft wiederholt werden, wobei sich der Arbeiter den Zustand des Glühens auf den verschiedenen Stellen sehr genau bemerken muss, um den Grad des Glühens, bei welchem die beste Härtung erfolgt, richtig aufzufinden.

Um von aller Härte und Festigkeit des Stahls Gebrauch zu machen, muss man ihn so lange mit einem nassen Hammer schmieden, bis er aufhört, braunroth zu seyn. In diesem Zustande zeigen die Stahlstäbe das feinste Korn, dessen sie fähig sind, sind aber noch weich und müssen gehärtet werden. Zu dem Ende zerbricht man den Stahl in dem weichen Zustande, in welchem er auf die eben angegebene Weise das feinste Korn erhalten hat und mittelt nun die Temperatur aus, bei welcher das Korn, nach dem Ablöschen bei'm Abschlagen, zwar mit einer weisseren Farbe, aber gerade so fein zum Vorscheine kommt, als im weichen Zustande. Dies ist dann derjenige Hitzgrad, bei welchem der Stahl, mit Beibehaltung der grössten Festigkeit und Elasticität, die grösste Härte erhält, welche er überhaupt, ohne Verlust oder Verminderung seiner Festigkeit und Elasticität, annehmen kann. — Ein gröberes Korn zeigt sogleich eine zu starke Hitze. Die Oberfläche des Stahls muss nach dem Härten nicht durchaus blank, sondern nur gesprenkelt blank erscheinen, weil ganz blanke Stellen schon auf zu starke Hitze deuten. — Wird der Stahl auf diese Art gehärtet, so ist das Anlassen nach dem Härten nur bei solchen Stahlwaaren nöthig, von denen man mehr Zähigkeit als Härte verlangt. Ueberhaupt kann das Anlassen niemals die Nachtheile des fehlerhaften Härtens verbessern, sondern nur die Sprödigkeit heben, indem die mit dem Härten in zu starker Hitze verlorene Festigkeit und Elasticität des Stahls durch das Anlassen nicht wieder gewonnen werden. Ein zu stark erhitzter Stahl, wenn er auch nicht im Wasser abgekühlt wird, sondern langsam an der Luft erkaltet, hat schon gelitten. Man muss ihn dann noch einmal erhitzen und durch Hämmern mit einem nassen Hammer, wie vorhin erwähnt, verdichten. Dadurch erlangt der Stahl dann seine Festigkeit wieder und zugleich das feine Korn, welches zur Beurtheilung der richtigen Glühhitze bei'm Härten führt.

Die Flüssigkeit, in welcher die Härtung vorgenommen wird, ist gewöhnlich kaltes Wasser. Es ist indess dahin zu sehen, dass das Wasser immer einerlei Temperatur behält, wesshalb es auch in grosser Masse angewendet werden muss. Fliessendes Wasser von einerlei Temperatur ist bei'm Härten dem stehenden Wasser vorzuziehen, weil sich die Erwärmung des letzteren zuletzt doch nicht vermeiden lässt. Warmes Wasser giebt einen weicheren Stahl, als kaltes: folglich hat die Erwärmung des Wassers einen Einfluss auf die Härtung. Desshalb kann man auch den Stahl im Winter etwas weniger erhitzen, als im Sommer, weil die Temperatur des Wassers im Winter niedriger ist, und weil man dann Wasser, worin Schnee und Eis liegt, anwenden kann.

In früheren Zeiten hat man geglaubt, die Güte des Stahls vorzüglich in der Beschaffenheit des zum Härten angewendeten Wassers suchen zu müssen. Obgleich es im Allgemeinen richtig ist, dass hartes Wasser, oder Wasser, welches Salze aufgelös't enthält, wahrscheinlich wegen der verschiedenen Wärmeleitungsfähigkeit, stärker härtet, als sogenanntes weiches Flusswasser, so ist dieser Unterschied doch nicht sehr bedeutend und die Temperatur des Wassers ist mehrentheils entscheidend.

Durch das Ablöschen des Stahls in Quecksilber erhält derselbe eine grössere Härte, als durch das Härten im Wasser. Das Härten in Quecksilber ist bei grossen Gegenständen nicht ausführbar. Bei kleinen und sauber gearbeiteten Fabricaten ist die Anwendung des Quecksilbers wiederholt empfohlen worden. Wahrscheinlich mag die viel grössere Wärmeleitungsfähigkeit des Quecksilbers die Ursache seiner grösseren Wirksamkeit seyn. — Leichtflüssige, starre Metallgemische, die man ebenfalls vorgeschlagen hat, sind nicht gut anzuwenden und würden wenigstens eine ungleiche Härtung veranlassen.

Geringere Grade der Härtung lassen sich schon durch das Schwingen in kalter feuchter Luft, oder vor dem Windstrome eines Blasebalgs bewirken.

Ganz feine Stahlarbeiten lassen sich auch zwischen den kalten eisernen Backen eines Schraubstocks härten.

Alle Säuren geben eine stärkere Härtung, als Wasser. Man löscht daher Grabstichel und alle Stahlarbeiten, von denen eine grosse Härte verlangt wird, in Scheidewasser, muss sie aber nachher sogleich in reinem Wasser abspülen.

In manchen Fällen wendet man auch angefeuchtete Kohlenlösche an, z. B., bei'm Härten der Säbelklingen, weil sich dadurch die Hartborsten, oder die aus der Sprödigkeit des Stahls entstehenden Kantenrisse, besser als bei'm Ablöschen im Wasser vermeiden lassen.

Alle fettigen Substanzen, Oele, Talg, Wachs und Seife, geben eine schwächere Härtung, als Wasser, wesshalb man sie mit vielem Erfolge anwendet, um die Hartborsten bei feinen Schneiden zu verhüten, indem es kaum möglich ist, den dickeren Stahl und die feine Schneide so gleichartig zu erhitzen, dass die Schneide nicht schon zu sehr erhitzt seyn sollte, wenn der übrige Theil der Klinge u. s. f. erst kaum den richtigen Grad der Hitze erhalten hat.

Ueberhaupt sind, aus dem eben angeführten Grunde, alle Stahlarbeiten, welche sich mit einer scharfen Schneide endigen, sehr schwer zu härten, erfordern die grösste Vorsicht und machen die Anwendung von den sonst am Meisten vorzuziehenden kalten und stärkeren Härtemitteln unanwendbar. Die Hartborsten lassen sich daher bei solchen Arbeiten nur dann möglichst vermeiden, wenn man nur schlecht wärmeleitende Substanzen (angefeuchtete Kohlenlösche, oder fettige Körper) zu Härtemitteln anwendet.

Ueber die Ursache der Härtung des Stahls bei'm Abkühlen desselben im glühenden Zustande sind schon früher Untersuchungen angestellt worden. Erfolgt das Abkühlen weniger plötzlich, d. h., wird das härtende Medium selbst stark erhitzt, so gewinnt die Kohle wahrscheinlich schon Zeit zu einer beginnenden Bildung eines Polycarburetes. Dass dieses aber, wenn es einmal gebildet ist, nicht so leicht wieder zerstört werden kann, zeigt eine interessante Erfahrung, welche Hr. Gill mittheilt, wonach der Stahl, welcher in schwächerer Hitze, als es die Härtehitze ist, geglüht und dann im Wasser abgelöscht wird, nicht härter, sondern sogar noch weicher, als vor dem Glühen werden soll.

Die Stahlschmiede halten dafür, dass die gehärteten Stahlstäbe, welche bei'm Zerschlagen auf dem Bruche sogenannte Rosen zeigen, die gehörige Güte besitzen. Diese Rosen sind Flecke, welche an den äussersten Rändern gelblich oder röthlich gefärbt sind und näher nach dem Mittelpuncte zu, woselbst die Stäbe am Spätesten kalt geworden sind, eine schwarzblaue oder dunkelblaue Farbe haben. Solche Blumen oder Rosen kommen dann zum Vorscheine, wenn der Stahl in starken Stücken angewendet,

schnell im Wasser abgelöscht und früher wieder herausgenommen wird, als er völlig abgekühlt ist. Sie entstehen aber nur dann, wenn der Stahl durch das Härten so hart und spröde geworden ist, dass er bei'm Abkühlen Risse bekommt, in welche Wasser eindringen kann; denn wo sich solche Risse (die man bei schneidenden Sachen Hartborsten nennt) nicht zeigen, hat der Stahl auf dem Bruche auch keine Blumen oder Rosen. Obgleich diese Rosen also über die Güte des Stahls nichts entscheiden können, indem auch sehr schlechter und spröder Stahl Rosen auf der Bruchfläche haben kann; so beweisen sie wenigstens, dass der Stahl sehr grosse Härte anzunehmen fähig und nicht mehr stabeisenartig ist. — Bei der Härtung, welche die Stahlschmiede vornehmen, ist es auch keineswegs die Absicht, dem Stahle eine nicht grössere Härte zu geben, als mit seiner Zähigkeit und mit dem höchsten Grade der Elasticität, die er annehmen kann, vereinbar ist; sondern sie bezwecken im Gegentheile, den Stahl durch das Härten leichter zerschlagen zu können, wesshalb er zu stark erhitzt, gehärtet und daher spröde und rissig wird.

Bei dem Härten muss der Stahl nicht zu langsam und in nicht zu geringer und langsam steigender Hitze, sondern vor einem schwachen Gebläse in durchaus glühenden, frischen und gesunden Kohlen geglüht werden, damit er keinen Glühspan ansetze und nicht eisenartig werde. Je schneller die Hitze erfolgen kann, desto besser ist es. Die dickeren Stellen müssen früher erhitzt und einer stärkeren Hitze, als die dünnern ausgesetzt werden. Eine Ueberhitzung ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

Bei der grössten Vorsicht ist es indess kaum möglich, den Grad der Hitze, bei welchem sich Härte, Zähigkeit und Elasticität des gehärteten Stahls in der vollkommensten Uebereinstimmung befinden, so genau zu treffen, dass der Stahl nicht entweder zu wenig Härte und Elasticität, oder zu wenig Elasticität und Zähigkeit und dagegen zu grosse Härte bekäme. Der erste Fall wird der seltnere seyn, weil er eine zu geringe Erhizzung voraussetzt, welcher Fehler sich durch wiederholtes Härten leicht verbessern lässt. Für den anderen Fall bleibt aber nichts weiter übrig, als einen Theil der Härte, auf dessen Kosten die Elasticität und Zähigkeit des Stahls sich vermindert haben, durch neues Erwärmen, oder durch das A n l a u f e n, A n l a s s e n des Stahls, wegzunehmen. Je stärker der Stahl angelassen wird, desto mehr nimmt seine Härte ab und seine Zähigkeit wenigstens insofern zu, als sich die Sprödigkeit vermindert. Die Elasticität, welche von der Härte und Zähigkeit zugleich abzuhängen scheint, wird nur bis zu einem gewissen Grade grösser, und nimmt dann mit der Härte zugleich ab. Stahlarbeiten, bei denen Härte das Haupterforderniss ist, müssen daher sehr schwach (oft gar nicht) angelassen werden; wird Zähigheit vorzüglich verlangt, so muss das Anlassen in einer höheren Temperatur geschehen. Verlangt man Beides, Zähigkeit und Härte, mit einem beträchtlichen Grade von Elasticität verbunden, so kann dies fast nur bei einem sehr gleichartigen Roh- und Gussstahle geschehen, wobei der Grad der Härtung durch Erfahrung aufgefunden und der Stahl um so weniger überhitzt werden muss, je grössere Härte er anzunehmen vermag.

Die Hitze, in welcher das Anlassen geschieht, ist dieselbe, in welcher die Anlauffarben des e r s t e n Grades zum Vorschein kommen. Man unterscheidet daher auch den strohgelben, goldgelben, kupferfarbenen, purpurfarbenen, violetten und blauen Anlauf. Alle Stahlarbeiten, welche mehr Zähigkeit und Elasticität, als Härte erfordern,

erhalten den blauen Anlauf; die härtesten Werkzeuge, welche des Anlaufens bedürfen, lässt man bis zur strohgelben Farbe anlaufen. Die anzulassenden Stahlarbeiten müssen vor dem Anlaufen polirt seyn, oder wenigstens eine blanke Oberfläche erhalten haben. Bei einem vollkommen gleichartigen Stahle muss man indess die richtige Härtehitze durch mehrere Erfahrungen so genau und sorgfältig ausmitteln und bestimmen können, dass es gar keines Anlassens bedarf.

Das Anlassen kann entweder durch Erwärmung in offenem Feuer, oder dadurch geschehen, dass man die gehärteten und anzulassenden Gegenstände auf gegossene eiserne Platten legt, die bis zu einem gewissen Grade der Temperatur erhitzt werden.

Vom damascirten Stahl.

Aller Stahl, welcher nach dem Aetzen seiner vorher polirten Oberfläche, mit verdünnten Säuren, mit Eisenvitriol oder auch mit Alaun, Schattirungen von dunklerer und hellerer Farbe zeigt, wird Damaststahl genannt. Polirt muss die Oberfläche des Stahls desshalb seyn, damit die Nuancirungen der Farben besser erkannt werden können.

Von dem unächten Damast, welche man durch theilweises Aetzen der mit einem Aetzgrunde bedeckten Oberfläche des Stahls erhält, ist hier nicht die Rede.

Bei der ächten Damascirung sind die, durch die Einwirkung schwacher Säuren auf den Stahl entstehenden Zeichnungen, immer eine Folge der ungleichartigen Beschaffenheit des Stahls. Je gleichartiger der Stahl ist, desto weniger ist er zur Damastbildung geeignet.

Es giebt vielleicht keinen Stahl, der so vollkommen gleichartig wäre, dass er gar keinen Damast entwickelt. Selbst der Gussstahl zeigt unter solchen Umständen, welche der Entstehung des Damastes am Wenigsten beförderlich sind, noch immer dunklere oder lichtere Stellen, welche nach dem Aetzen auf seiner polirten Oberfläche zum Vorschein kommen, obgleich sie dem unbewaffneten Auge zuweilen kaum bemerkbar sind.

Je weniger Kohle der Stahl enthält, oder je weicher er ist, desto weniger stark und leicht erkennbar tritt der Damast hervor. Nur der sehr ungleichartige Roh- und Cementstahl, welcher aus Gemengen von oft sehr hartem und sehr weichem Stahle besteht, und welcher in der ganzen Masse einen nur geringen Kohlegehalt zeigt, sich also, trotz seiner Härte an einzelnen Stellen, als ein sehr weicher Stahl verhalten kann, giebt jederzeit einen starken, aber sehr groben Damast, welcher immer ein Beweis seiner schlechten Beschaffenheit ist.

Auch das Stabeisen ist selten so gleichartig, dass sich nicht auf der polirten Oberfläche desselben Damast entwickeln liesse. Man benutzt diese Ungleichartigkeit zuweilen zur Anfertigung von damascirten Gewehrläufen; in andern Fällen schweisst man absichtlich härteres und weicheres Eisen zusammen, raffinirt die erhaltenen Stäbe mehrere Male und bereitet auf solche Weise ein Materialeisen zu Gewehrläufen, welches feine Damastzeichnungen entwickelt, die dem häufigen Umbiegen und Durcharbeiten der härteren und der weicheren Theile des Eisens ihr Entstehen verdanken. Eben dieser Erfolg tritt auch bei dem häufigen Gerben des nicht geschmolzenen Stahles ein. Man könnte diesen Damast, zum Unterschiede von dem folgenden, welcher des häufigen Gerbens nicht bedarf, um feine und regelmässige Damastzeichnungen zu entwickeln, den künstlichen Damast nennen. Stahl, dessen Masse aus solchem künstlichen Damast

besteht, kann oft einen hohen Grad von Elasticität und Härte zeigen, und vielleicht bestehen die besten orientalischen Klingen nur aus künstlichem Damast.

Das ungleichartige Gemenge von hartem und weichem Stahle, welches lediglich eine Folge der Unvollkommenheit der Bereitungsmethode des Roh- und Cementstahls ist, pflegt man nicht Damaststahl zu nennen, weil ein solcher Stahl zwar mehr oder weniger hart seyn kann, aber dabei immer nur einen geringen Grad von Elasticität und Festigkeit besitzt. Die Ungleichartigkeit der Masse giebt sich durch die Bildung eines groben und in dicken Streifen durch die ganze Masse sich fortziehenden Damastes zu erkennen, welcher niemals die Darstellung von schönen und regelmässigen Zeichnungen oder von wolkigen Schattirungen gestattet. Ein solcher Stahl, wenn er an sich von guter Beschaffenheit ist und nur den Fehler der grossen Ungleichartigkeit besitzt, durch welches es unmöglich wird, den richtigen Härtegrad zu treffen, würde zwar, durch oft wiederholtes Umbiegen, Zusammenschweissen und Durcharbeiten, zuletzt einen sehr guten künstlichen Damast geben; allein durch das häufige Bearbeiten würde seine Härte meistentheils verloren gehen. Bei sehr feinen Schneiden würde dies Verfahren auch aus dem Grunde nicht anwendbar seyn, weil der Erfolg vom Zufalle abhängt und die Schneide sehr harte und sehr weiche Stellen erhalten könnte. Desshalb schweisst man bei der künstlichen Damastbereitung lieber härteren und weicheren Stahl (statt des letzteren zuweilen Stabeisen) auf eine regelmässige Weise, nämlich dergestalt zusammen, dass die gleichartige Masse des härteren Stahls die Schneide bildet und der weiche Stahl im Innern der Masse die Festigkeit des Werkzeuges erhöht. Bei diesem künstlichen Damaste ist es daher die Hauptsache, ein schon an sich gutes Material zu wählen und die Anordnung bei'm Zusammenschweissen zu treffen, dass die Schneide, zu welcher man den härtesten Stahl auswählt, recht gleichartig ausfällt.

Einen so grossen Werth man auch auf den damascirten Stahl legen mag, so lässt es sich doch nicht läugnen, dass der Damast an sich so wenig einen Beweis von der vorzüglichen Beschaffenheit des Stahls geben kann, dass vielmehr der zur Damastbildung nicht geneigte Stahl, als der gleichartigere, immer den Vorzug verdiente, wenn es nur möglich wäre, dem Stahle den hohen Grad von Härte mit Beibehaltung des höchsten Grades der Festigkeit zu ertheilen, welcher sich bei einem guten künstlichen Damast, durch gute Auswahl und umsichtige Verbindung der härteren und weicheren Stahlarten, jederzeit erlangen lässt, ohne der Feinheit des Stahls hinderlich zu werden.

Ganz anders ist das Verhalten des natürlichen Damastes. Dieser kann nur auf der Oberfläche des geschmolzenen und daher möglichst gleichartigen Stahles entwickelt werden. Er ist das Resultat der in der gleichartigen Masse mehr oder weniger vollständig ausgebildeten Polycarburete. Daraus folgt, dass es bei dem geschmolzenen Stahle nur auf die Behandlung desselben bei'm Erstarren ankommt, ob er eine Damastentwickelung zulässig macht, oder nicht. Schnelles Erstarren (durch Ausgiessen in eisernen Eingüssen) zerstört die Damastbildung; langsames Erkalten im Tiegel ruft den Damast hervor. Jemehr Kohle der Stahl enthält, oder je härter er ist, desto auffallender wird das verschiedene Verhalten eines und desselben Stahls in Hinsicht seiner Fähigkeit, Damastzeichnungen zu erhalten, oder nicht zu erhalten, jenachdem er langsam oder schnell erstarrt. Das langsame Erstarren veranlasst aber Blasen und Höhlungen und macht den Stahl zur Bearbeitung unter dem Hammer um so weniger geschickt, je härter und je weniger schweissbar er ist. Man wird daher genöthigt seyn, den gegossenen Stahl, welcher durch das plötzliche Erstarren bei'm Ausgiessen

zur Damastbildung unfähig geworden ist, durch ein lange anhaltendes Ausglühen in nicht zu geringer Hitze, bei gänzlichem Ausschlusse der Luft, in weichen Stahl umzuändern. Dadurch bilden sich die Carburete eben so vollständig aus, als durch das höchst langsame Erstarren, und man erlangt dadurch zugleich den Vortheil der leichteren Bearbeitung des Stahles unter dem Hammer. Je vollständiger sich das Polycarburet ausgebildet hatte, desto weniger kann es durch das plötzliche Ablöschen des bloss im glühenden Zustande sich befindenden Stahls bei'm Härten wieder gänzlich zerstört werden, und dies ist der Grund, warum der sehr langsam erstarrte flüssige Gussstahl, oder der sehr lange und anhaltend geglühete harte und an Kohle reiche Stahl noch schöne Damastzeichnungen zeigt, wenn der plötzlich erstarrte, oder der nur in sehr kurzer Hitze geglühete Stahl kaum noch dem Auge bemerkbaren Damast entwickeln lässt.

Aller natürliche Damast deutet also zwar ebenfalls auf eine ungleichartige Beschaffenheit der Masse, allein die Ungleichartigkeit ist nicht so gross, als die des künstlichen Damastes, wesshalb auch die Grade der Härte bei dem Härten des Stahls nicht so auffallend verschieden sind, dass sie zu beträchtlich härteren und weicheren Stellen Veranlassung geben.

Der natürliche Damast, insofern er bloss die Folge der mehr oder weniger vollständigen Ausbildung des Polycarburetes ist, muss natürlich mit dem jedesmaligen Umschmelzen des Stahls wieder verloren gehen, weil dann eine völlige Gleichartigkeit der Masse eintritt, von deren Behandlung bei'm Erstarren oder Glühen es abermals abhängen wird, ob sich Polykarburet ausbildet oder nicht, ob also der umgeschmolzene Damaststahl wieder Damast zeigen wird, oder nicht.

Es giebt aber geschmolzenen Stahl, welcher durch das Umschmelzen seinen Damast nicht verliert, wenn er auch plötzlich erstarrt, und wenn er nach dem plötzlichen Erstarren auch nicht in anhaltender Hitze ausgeglühet wird. Dies ist der mit andern Metallen und vielleicht auch mit Erdbasen legirte Stahl. Die Bemühungen der Hrn. Stodart und Faraday zur Darstellung dieser legirten Stahlarten sind schon aus den angestellten Untersuchungen bekannt. Alle diese legirten Stahlarten, insofern sie Damaststahl geben, sind jedoch keine Gemische, sondern bloss mehr oder weniger innige Gemenge. Desshalb bringen geringe Zusätze von anderen Metallen bei dem Stahle ganz andere Wirkungen hervor, als bei dem Stabeisen. Es dürfte sich indess in der Folge noch mehr ergeben, dass solche Legirungen nur in seltenen Fällen die Eigenschaften eines an sich guten Stahls verbessern, einem schlechten Stahle aber niemals bessere Eigenschaften mittheilen können. In einzelnen wenigen Fällen mögen sie dazu dienen, einem sehr harten, d. h. viel Kohle enthaltenden Stahl, welcher bei'm Härten sehr leicht einen hohen Grad von Sprödigkeit erhält, auf eine mechanische Weise eine etwas grössere Festigkeit mitzutheilen. Ein viel besseres Mittel zu diesem Zwecke wird das Ausglühen des Stahls in starker und anhaltender Glühhitze vor der weiteren Bearbeitung desselben seyn.

Die Kunst, damascirte Arbeiten anzufertigen, ist uralt und wahrscheinlich in Damascus zuerst betrieben worden. Es scheint, dass man sich in Kleinasien schon seit mehrern hundert Jahren des ostindischen Gussstahls zu den besten Stahlarbeiten bedient und denselben aus Persien bezogen hat.

Von den in den Eisenhütten angewendeten Maschinen.

Allgemeine Anlage und Einrichtung der Eisenhütten.

Die mechanischen Processe nehmen eine so bedeutende Stelle bei der Darstellung des Eisens ein, auf der Stufe, worauf sie jetzt steht, dass wir es für nothwendig erachtet haben, hier Betrachtungen anzureihen, welche sich auf die Triebkräfte, auf die Bewegungsmittheilung und selbst auf die allgemeine Anlage und Einrichtung der Hütten beziehen. Wollen wir aber die Grenzen, welche wir uns bei dieser Arbeit nothwendig stecken mussten, nicht zu sehr überschreiten, so können wir diesen Gegenstand nicht vollständig behandeln. Wir müssten sonst nothwendig ein wirkliches Werk über Maschinenbau schreiben, und wir müssten fortwährend Gebrauch von den Grundsätzen der Mechanik machen. Ohne uns aber über die natürlichen Grenzen auszudehnen, dürfen wir einen der wichtigsten Zweige des Eisenhüttengewerbes nicht unberücksichtigt lassen. Wir haben schon in den vorhergehenden Abschnitten des Werks die bei der Eisenfabrication benutzten Apparate, die Gebläse, die Gichtzüge und mehrere andere Maschinen, welche sich auf die Eisenfabrication beziehen, speciell untersucht. Hier wollen wir uns nun mit den Triebkräften und mit den Bewegungsmittheilungen beschäftigen.

Erstes Kapitel.

Von den Triebkräften.

Erklärungen. — Unter Triebkraft oder Motor versteht man jede wirkende Kraft, welche im Stande ist, eine mechanische Leistung hervorzubringen. Ohne von den lebendigen Triebkräften, denen des Menschen und der Thiere, zu reden, deren Kraft stets beschränkt ist, untersuchen wir zwei Arten von Triebkräften, welche fast ausschliesslich bei den Eisenhütten angewendet werden, nämlich die hydraulischen Motoren oder Wasserräder, bei welchen man die Schwere eines fallenden Körpers benutzt und alsdann die Dampfmotoren, welche durch die Wirkungen der Wärme hervorgebracht werden.

Die mechanischen Leistungen oder Kräfte sind auf gewisse Maasse zurückgeführt, die wir zuvörderst kurz betrachten müssen *).

Das Kilogrammeter drückt die Leistung oder die Menge der Arbeit aus, welche das Gewicht von 1 Kilogramm, 1 Meter hoch gehoben, bezeichnet. Die Dynamien sind 1000 Kilogr., 1 Meter hoch gehoben, oder 1000 Kilogrammeter. Diese Einheiten dienen ausschliesslich zum Maasse des Nutzeffectes. Wenn aber die Trieb-

*) Wir bedienen uns auch hier, wie überall in dem Werke, des französischen Maass- und Gewichtssystems, welches unsere deutschen Techniker viel zu gut kennen, um es nicht selbst mit Leichtigkeit auf das in den verschiedenen deutschen Ländern gültige Maass- und Gewichtssystem reduciren zu können. H.

kraft auf eine gleichartige Weise wirkt, so ist es weit einfacher, die Arbeit während einer Zeiteinheit zu betrachten; es ist dies die Pferdekraft, d. h. 75 Kilogrammeter in der Secunde, oder 4500 Kilogrammeter in der Minute, d. h. 370 Dynamien in der Stunde.

Der Ausdruck Pferdekraft bezieht sich im Wesentlichen auf eine gleichförmige Leistung und dient zur Bestimmung von deren Grösse in einer Zeiteinheit.

Jede Triebkraft entwickelt eine höchst theoretische Leistung, welche man im Allgemeinen leicht bestimmen kann. Da diese Arbeit durch Apparate oder mit Maschinen mitgetheilt wird, so bringt sie eine wirkliche Arbeit oder Leistung hervor, nämlich den Nutzeffect. Dieser Nutzeffect, der in der geleisteten Arbeit besteht, ist stets geringer, als die theoretische Kraft des Motoren und zwar wegen der Reibungen und der Kraftverluste der Mechanismen. Diese sind um so vollkommener, je bedeutender das Verhältniss des Nutzeffectes zur theoretischen Leistung ist.

Eine Maschine ist der Apparat, welcher den Zweck hat, die Leistung einer Triebkraft fortzupflanzen; sie dient zur Modificirung des Druckes und der Geschwindigkeit dieses Motoren, um auf den Widerstand oder auf den zu leistenden Nutzeffect zu wirken.

Nimmt man zuvörderst an, dass die Reibungen nichts seyen und die Arbeit der Triebkraft gleichförmig, so erhält man, wenn man an jedem Puncte der Mittheilung das Product des Drucks durch die Geschwindigkeit untersucht, eine constante Zahl, die gleich der Leistung der Triebkraft in der Zeiteinheit ist. Mit einem Worte, der Druck wird im umgekehrten Verhältnisse der Geschwindigkeiten zunehmen und umgekehrt. Dieser Satz ist auch eben so gut auf die Maschinen anwendbar, welche mit unregelmässigen Geschwindigkeiten wirken, nur lässt er sich auf unendlich kleine Zeiträume und auf Geschwindigkeiten anwenden, welche man als gleichförmig während dieser Zeit annehmen kann. Es ist dies das Princip der wirkenden Geschwindigkeiten. In den Eisenhütten wendet man hauptsächlich zwei Triebkräfte an, das Wasser und den Dampf. — Wir wollen eine jede derselben für sich untersuchen und ebenso auch die Apparate, welche ihnen als Receptoren und Zwischenmittel dienen.

Hydraulische Motoren oder Wasserräder.

In Deutschland, Frankreich und Belgien wird zum Betriebe der im Eisenhüttenwesen angewendeten Maschinen das Wasser noch vorzugsweise angewendet. Ausser einer Reihe von grossen Hüttenanlagen, in denen das Eisen mit der Steinkohle fabricirt wird, giebt es wenige Hütten, welche sich hauptsächlich der Dampfmaschine bedienen. Sie gebrauchen diese Apparate nur zur Aushülfe und um einen Stillstand der Werke während der trocknen Jahreszeit zu verhindern.

Die Ignoranz der Arbeiter gestattete ehedem nur die Benutzung leicht verständlicher und leicht zu reparirender Werkzeuge; nichts ist einfacher, als die Construction unserer alten Hämmer, welche so lange Zeit hindurch in ausschliesslichem Besitze der Eisenfabrication waren. Alle wurden durch Wasser betrieben. Die in jeder Beziehung verwickelten Dampfmaschinen waren auch wegen des hohen Preises des Brennmaterials kostbar zu unterhalten.

Die Benutzung der verloren gehenden Hitze der Oefen zur Dampferzeugung hat das Nachtheilige dieser Maschinen aufgehoben, ihr Gebrauch ist dadurch ausge-

dehnt worden, und schon haben viele Hütten in dem Dampfe eine kräftige Hülfe für ihre Wasserkraft erlangt.

Die Wasserkraft.

Die Wasserkraft ist die regelmässige Arbeit, welche fliessendes Wasser entwickeln kann; diese Kraft verhält sich wie das Volum des Wassers, über welches man gebieten kann, und auch wie die Höhe des Gefälles, welches hervorgebracht zu werden vermag.

Der Fall des Wassers ist um so geringer, je entfernter es von seinen Quellen ist, und je näher es dem Meere kommt. Allein es vereinigen und bilden sich alsdann weit bedeutendere Wassermengen.

Ein Gefälle wird durch das Aufstauen eines fliessenden Wassers hervorgebracht. Der Einfluss eines solchen Aufstauens oder eines Wehres dehnt sich um so weiter aus, je geringer der Fall des Wassers ist. In gebirgigen Gegenden ist er sehr beschränkt, und um so mehr, je bedeutender der Fall des Flussbettes ist; auch wendet man besondere Gräben an, welche das Wasser aus dem Flusse ableiten und an den Thaleinhängen bis zu dem Puncte führen, wo man das Gefälle benutzen will. Dieses abgeleitete Wasser wird dem Flusse durch einen zweiten Graben, den man zum Unterschiede von dem vorhergehenden, dem sogenannten Obergraben, den Untergraben nennt, wieder zugeführt; man kann den Untergraben tief genug legen, um das Gefälle nicht zu vermindern.

Die Einrichtung eines Gefälles besteht immer in der Benutzung des Falles eines Wassers zwischen zwei bestimmten Puncten. Niemals kann dieser Unterschied des theoretischen Wasserstandes vollständig benutzt werden, weil das Wasser zu seinem Fliessen stets einen gewissen Fall erfordert, sowohl über, als unter dem Puncte, an welchem die Wasserräder angebracht worden sind. Das Gefälle, welches man mit einem noch unbenutzten Flusse erlangen kann, wird durch ein Nivellement bestimmt. Ist diess geschehen, so hat man nur die Differenz des Wasserstandes zwischen dem Ober- und dem Untergraben zu bestimmen.

Oft findet man bedeutende Differenzen bei der Höhe eines Wasserstandes, je nach der Zeit, zu welcher man sie misst; sie wechselt mit dem Volum des Wassers und ist nicht dieselbe zu der Fluth- und zu den trocknen Zeiten. Um daher zu einer sichern Bestimmung zu gelangen, muss man die Messung unter mittlern Verhältnissen vornehmen, d. h., bei einem mittlern Wasserstande des Flusses.

Wasserstand. — Es ist von grosser Wichtigkeit, sich genau Rechenschaft von der Höhe geben zu können, welche das Wasser zu erreichen im Stande ist, sowohl über, als unter dem Puncte, welchen die Triebkraft einnimmt, sowohl während der Fluthzeit, als auch im trocknen Sommer und unter gewöhnlichen Umständen. Nur durch die Kenntniss aller dieser Data kann man den Werth eines Wassergefälles richtig beurtheilen.

Der günstigste Fall ist freilich derjenige, in welchem das Gefälle zu den verschiedenen Jahreszeiten eine nur geringe Abweichung zeigt; sind dieselben zu bedeutend, so ist es weit zweckmässiger, auf die Benutzung eines Gefälles zu verzichten, als eine Hütte unter so schlechten Verhältnissen anzulegen. Jedoch hält man sich nie bei diesem Theile auf, ohne sehr ernstlich in Erwägung gezogen zu haben, ob es nicht

möglich sey, das Gefälle durch Anlagen, wie Ober- und Untergräben, durch Erweiterungen oder durch Ausgleichung der Flussbetten, der Sammelteiche etc. etc., zu reguliren. Man muss alsdann mit der grössten Sorgfalt den Einfluss zu bestimmen suchen, den diese Arbeiten auf den mittlern Wasserstand ausüben werden, und daraus folgert man endlich das nutzbare Gefälle.

Messung des Wassers. — Die Höhe des Gefälles ist eins von den Elementen der Kraft eines Gewässers; das zweite Element ist das Volum, dessen Bestimmung in sehr vielen Fällen weit schwieriger ist, als die Bestimmung des Gefälles.

Die Wassermenge, welche in der Secunde durch einen Canal oder Graben, durch einen Fluss, oder durch die Oeffnung von irgend einer Form strömt, wird durch den Querschnitt des Wassers und durch seine Geschwindigkeit in der Secunde bestimmt.

Wassermenge eines Canals. — Da der Querschnitt eines Canals gewöhnlich eine regelmässige Figur hat, so ist es immer leicht, ihn genau zu messen; die Geschwindigkeit lässt sich auf mehrerlei Weise messen. Wenn der Canal eine gewisse Länge, einen bestimmten Fall und ein gewisses Profil hat, so macht man ein genaues Nivellement von der Oberfläche des Wassers auf die möglichst grosse Distanz; man misst die nasse Peripherie und die Länge des nivellirten Theils, und man findet die mittlere Geschwindigkeit des Wassers durch die nachstehende Formel *):

$$V = 56,86 \sqrt{\frac{SH}{PL}} - 0,072 \text{ Meter, in welcher:}$$

V die mittlere Geschwindigkeit des Wassers;
S der Querschnitt des Stroms;
H der der Länge L entsprechende Fall;
L die ganze gemessene Länge und
P die nasse Peripherie

bezeichnen.

Man erhält das Volum Q des in einer Secunde ausströmenden Wassers, indem man den Querschnitt mit der Geschwindigkeit multiplicirt, d. h. $Q = S \times V$. (2.)

Kann man das Nivellement des Canales nicht auf eine hinlängliche Menge machen, so muss man die Geschwindigkeit durch einen Versuch bestimmen. Zu dem Ende wählt man denjenigen Theil des Canals, in welchem der Querschnitt des Bettes und die Geschwindigkeit des Stroms am Gleichförmigsten sind, und man misst die Geschwindigkeit des Wassers an der Oberfläche, indem man in die stärkste Strömung, d. h., in die Mitte, einen oder mehrere hölzerne Schwimmer wirft, die so eingerichtet sind, dass ihre obere Fläche etwas aus der Flüssigkeit hervorragt. Mit Hülfe einer Secundenuhr bemerkt man die Zeit, welche sie dazu gebrauchen, um einen gegebenen Raum zu durchlaufen, den man so gross, wie möglich, nimmt, und man leitet daraus den durchströmten Raum oder die Geschwindigkeit in Secunden ab.

Für die Oberflächengeschwindigkeiten zwischen 0,20 Meter und 2.00 Meter beträgt das Verhältniss der mittlern Geschwindigkeit zu der beobachteten etwa 0,80, und für Geschwindigkeiten zwischen 2 bis 4 Meter ist der Coefficient 0,86.

Man findet alsdann das Product, indem man, wie vorhin, den Querschnitt der Flüssigkeit mit der mittlern Geschwindigkeit multiplicirt.

*) Die meisten hier angewendeten Formeln sind aus dem Werke von Morin, d'Aubuisson und Poncelet entlehnt, von denen wir auch gute deutsche Bearbeitungen besitzen.

Wassermenge eines Flusses. — Die Bestimmung des Wasservolums von einem Flusse ist wegen der Ungleichheit des Bettes und den daraus folgenden Verschiedenheiten der Geschwindigkeit sehr unsicher. Dennoch kann man, wie wir angegeben, verfahren. Man wählt zu dem Puncte, an welchem der Versuch angestellt werden soll, denjenigen Theil des Flusses, wo das Bett die wenigsten Hindernisse zeigt, welche den Durchschnitt und die Geschwindigkeit des Wassers verändern können; man misst eine gewisse Länge, und man bestimmt an verschiedenen Puncten den genauen Durchschnitt des Querprofils; man nimmt das Mittel dieser verschiedenen Querschnitte und nimmt dies als Basis der Berechnung an. Mittelst verschiedener Schwimmer misst man die Oberflächengeschwindigkeit möglichst sorgfältig, folgert daraus eine Mittelzahl und leitet dann, wie vorher, die mittlere Geschwindigkeit ab.

Das Product dieser Geschwindigkeit durch den Querschnitt drückt das Wasservolum in der Secunde aus.

Obgleich dieses Verfahren keine sehr genauen Resultate giebt, besonders wenn man bedeutende Wassermengen hat, so kann man doch der Wahrheit ziemlich nahe kommen, indem man die Versuche sorgfältig macht und sie oftmals an verschiedenen Puncten des Canals oder Flusses, den man untersuchen will, wiederholt. Wenn die meisten erlangten Resultate übereinstimmen, so kann man, wenn man eine Mittelzahl annimmt, dieselbe als eine hinlängliche Näherung betrachten und als eine Basis für die Bestimmung der Wasserkraft.

Genauere Methode. — Das zur Messung des Wassers von Canälen und Flüssen angegebene Verfahren kann zu doppelten Fehlern führen, indem man sich auf einmal über die beiden Elemente, welche in die Berechnung eingehen, über den Querschnitt des Schützes und die Geschwindigkeit irren kann. In allen Fällen, in denen dies möglich ist, muss man daher eine Methode anwenden, welche eine schärfere Bestimmung dieser Elemente gestattet. Dahin gehört die, welche darin besteht, alles Wasser durch eine, oder durch mehrere Oeffnungen von regelmässiger Form, die leicht zu messen sind, strömen zu lassen, und durch welche das Wasser unter einem beständigen Drucke entweicht, so dass es eine Geschwindigkeit erzeugt, deren Werth die Berechnung genau angeben kann. Es ist dies der Fall, wenn das Wasser entweder durch eine Schleuse, die mit einem Schütz von veränderlicher Oeffnung versehen ist, oder durch ein Wehr aufgestauet werden kann, über welches es fällt. Wenn in einem Flusse Anlagen dieser Art vorhanden sind, so muss man sie zur Messung seiner Wassermenge stets benutzen; und oft ist es bei schwachen Strömen vortheilhaft, solche Arbeiten auszuführen, um die genaue Messung vornehmen zu können.

Man wählt in diesem Falle einen Punct, in welchem der Bach ein möglichst enges Bett hat, und man staut ihn durch eine Breterwand auf, an deren oberm Theil man eine länglich viereckige und so breite Oeffnung anbringt, dass die Stärke des hindurchgehenden Wassers wenigstens 0,10 Meter oder 4 Zoll beträgt.

Man bringt die Schwelle dieses Ueberfalles etwas höher an, als der gewöhnliche Wasserstand beträgt, damit das übergefallene Wasser stets unter dieser Schwelle bleibe. Alle Oeffnungen, welche in den Fugen des Breterdammes und mit dem Bett des Baches vorkommen könnten, stopft man sorgfältig zu, und richtet sich endlich so ein, dass alles Wasser durch den Ueberfall strömen muss.

Man könnte auch statt des Ueberfalls in dem untern Theile der Wand einen Schütz mit veränderlicher Oeffnung anbringen; allein das erstere Mittel muss als einfacher

und wohlfeiler dem letztern vorgezogen werden. — Die Art und Weise der Berechnung wollen wir jedoch für beide Fälle mittheilen.

Ausfluss durch einen Schütz mit Wasserdruck. — Um die Wassermenge irgend eines Stromes, der durch eine unter dem Wasser befindliche Oeffnung geht, messen zu können, muss man mit der Regulirung der Oeffnung beginnen, so dass das Oberwasser stets einen gleichen Stand hat. Wenn der Wasserstand fortwährend stiege, so müsste man folgern, dass die Oeffnung zu klein, und dass sie zum Abfluss der ganzen Wassermasse nicht hinreichend seyn würde. Nähme der Wasserstand dagegen nach und nach ab, so würde die Oeffnung zu bedeutend seyn und würde mehr Wasser hindurchlassen, als in derselben Zeit herbeiströmt. Nur wenn man sich von der Unveränderlichkeit des obern Wasserstandes gehörig überzeugt hat, lässt der Schütz genau die herbeikommende Wassermenge hindurch.

Auch der Stand des Unterwassers, wenn die Oeffnung nicht in die freie Luft geht, muss während der ganzen Dauer des Versuchs constant erhalten werden, weil sich sonst der Druck, unter welchem der Ausfluss erfolgt, und mit ihm zu gleicher Zeit die Ausgangsgeschwindigkeit verändern würden. Alle diese Vorsichtsmaassregeln sind leicht und erfordern nur eine geringe Aufmerksamkeit.

Art und Weise der Berechnung. — Was die beiden Elemente zur Berechnung der Wassermenge betrifft, so ist das eine, der Querschnitt des Schützes, leicht zu bestimmen und das andere, die Geschwindigkeit, erhält man genau durch die Formel:

$$V = \sqrt{2\,GH} \quad (3),$$

in welcher:

- V die Geschwindigkeit des Wassers;
- G die Geschwindigkeit, welche die Schwere den Körpern am Ende der ersten Secunde ihres Falles ertheilt $= 9{,}8088$ Meter;
- H der Druck des Wassers auf die Mitte der Oeffnung, wenn sie in die freie Luft ausgeht; oder die Differenz zwischen dem Drucke des Wassers auf die Schwelle der Oeffnung des Oberwassers, und der Wasserdruck auf dieselbe Schwelle des Unterwassers, wenn die Oeffnung im Wasser befindlich ist;

bezeichnet.

Mittelst der folgenden Tabelle, welche die Werthe von V angiebt, welche den veränderlichen Höhen H entsprechen, kann man die Untersuchung von V als sehr einfach ansehen, und man hat zum Ausdrucke der Wassermenge:

$$Q = S \times V \quad (4),$$

bei welcher S den Durchschnitt der Oeffnung bezeichnet.

Tabelle über die verschiedenen Geschwindigkeiten entsprechenden Höhen, die einen und die andern in Metern ausgedrückt.

Geschwindigkeit.	Entsprechende Höhe.
m.	m.
0,01	0,00001
0,02	0,00002
0,03	0,00005
0,04	0,00009
0,05	0,00013
0,06	0,00019
0,07	0,00026
0,08	0,00034
0,09	0,00043
0,10	0,00051
0,11	0,00062
0,12	0,00074
0,13	0,00087
0,14	0,00101
0,15	0,00115
0,16	0,00131
0,17	0,00148
0,18	0,00166
0,19	0,00185
0,20	0,00204
0,21	0,00225
0,22	0,00247
0,23	0,00270
0,24	0,00294
0,25	0,00319
0,26	0,00345
0,27	0,00372
0,28	0,00400
0,29	0;00429
0,30	0,00459
0,31	0,00490
0,32	0,00522
0,33	0,00555
0,34	0,00589
0,35	0,00624
0,36	0,00660
0,37	0,00697
0,38	0,00735
0,39	0,00775
0,40	0,00816
0,41	0,00860
0,42	0,00900
0,43	0,00940
0,44	0,00980
0,45	0,01030
0,46	0,0108
0,47	0,0112
0,48	0,0117
0,49	0,0122
0,5	0,0127
0,51	0,0132
0,52	0,0138
0,53	0,0143
0,54	0,0148
0,55	0,0154
0,56	0,0160

Geschwindigkeit.	Entsprechende Höhe.
m.	m.
0,57	0,0165
0,58	0,0171
0,59	0,0177
0,60	0,0184
0,61	0,0190
0,62	0,0196
0,63	0,0202
0,64	0,0209
0,65	0,0215
0,66	0,0222
0,67	0,0229
0,68	0,0236
0,69	0,0243
0,70	0,0250
0,71	0,0257
0,72	0,0264
0,73	0,0272
0,74	0,0279
0,75	0,0287
0,76	0,0295
0,77	0,0302
0,78	0,0310
0,79	0,0318
0,80	0,0326
0,81	0,0334
0,82	0,0343
0,83	0,0351
0,84	0,0360
0,85	0,0368
0,86	0,0377
0,87	0,0386
0,88	0,0395
0,89	0,0404
0,90	0,0413
0,91	0,0422
0,92	0,0431
0,93	0,0441
0,94	0,0450
0,95	0,0460
0,96	0,0470
0,97	0,0480
0,98	0,0490
0,99	0,0500
1,00	0,0510
1,05	0,0562
1,10	0,0617
1,15	0,0674
1,20	0,0734
1,25	0,0797
1,30	0,0861
1,35	0,0929
1,40	0,0999
1,45	0,1072
1,50	0,1147
1,55	0,1225

Geschwindigkeit.	Entsprechende Höhe.
m.	m.
1,60	0,1305
1,65	0,1388
1,70	0,1473
1,75	0,1561
1,80	0,1651
1,85	0,1745
1,90	0,1840
1,95	0,1938
2,00	0,2039
2,05	0,2142
2,10	0,2248
2,15	0,2356
2,20	0,2467
2,25	0,2580
2,30	0,2696
2,35	0,2815
2,40	0,2936
2,45	0,3060
2,50	0,3186
2,55	0,3315
2,60	0,3446
2,65	0,3580
2,70	0,3716
2,75	0,3855
2,80	0,3996
2,85	0,4140
2,90	0,4287
2,95	0,4436
3,00	0,4588
3,05	0,4742
3,10	0,4899
3,15	0,5058
3,20	0,5220
3,25	0,5384
3,30	0,5551
3,35	0,5721
3,40	0,5893
3,45	0,6067
3,50	0,6244
3,55	0,6424
3,60	0,6606
3,65	0,6791
3,70	0,6978
3,75	0,7168
3,80	0,7361
3,85	0,7556
3,90	0,7753
3,95	0,7953
4,00	0,8156
4,05	0,8361
4,10	0,8569
4,15	0,8779
4,20	0,8992
4,25	0,9207
4,30	0,9425
4,35	0,9646

Geschwindigkeit.	Entsprechende Höhe.
m.	m.
4,40	0,9869
4,45	1,0094
4,50	1,0322
4,55	1,0553
4,60	1,0786
4,65	1,1022
4,70	1,1260
4,75	1,1501
4,80	1,1744
4,85	1,1990
4,90	1,2239
4,95	1,2490
5,00	1,2744
5,05	1,3000
5,10	1,3258
5,15	1,3520
5,20	1,3784
5,25	1,4050
5,30	1,4319
5,35	1,4590
5,40	1,4864
5,45	1,5141
5,50	1,5420
5,55	1,5701
5,60	1,5986
5,65	1,6272
5,70	1,6562
5,75	1,6854
5,80	1,7148
5,85	1,7445
5,90	1,7744
5,95	1,8046
6,00	1,8351
6,05	1,8658
6,10	1,8968
6,15	1,9280
6,20	1,9595
6,25	1,9912
6,30	2,0232
6,35	2,0554
6,40	2,0879
6,45	2,1207
6,50	2,1537
6,55	2,1869
6,60	2,2205
6,65	2,2542
6,70	2,2883
6,75	2,3225
6,80	2,3571
6,85	2,3919
6,90	2,4269
6,95	2,4622
7,00	2,4978
7,05	2,5336
7,10	2,5696

Geschwindigkeit.	Entsprechende Höhe.
m.	m.
7,15	2,6060
7,20	2,6425
7,25	2,6794
7,30	2,7164
7,35	2,7538
7,40	2,7914
7,45	2,8292
7,50	2,8673
7,55	2,9057
7,60	2,9443
7,65	2,9832
7,70	3,0223
7,75	3,0617
7,80	3,1013
7,85	3,1412
7,90	3,1813
7,95	3,2217
8,00	3,2624
8,05	3,3033
8,10	3,3445
8,15	3,3859
8,20	3,4275
8,25	3,4695
8,30	3,5116
8,35	3,5541
8,40	3,5968
8,45	3,6397
8,50	3,6829
8,55	3,7264
8,60	3,7701
8,65	3,8141
8,70	3,8583
8,75	3,9028
8,80	3,9475
8,85	3,9925
8,90	4,0377
8,95	4,0832
9,00	4,1290
9,05	4,1750
9,10	4,2212
9,15	4,2677
9,20	4,3145
9,25	4,3615
9,30	4,4088
9,35	4,4503
9,40	4,5041
9,45	4,5522
9,50	4,6005
9,55	4,6490
9,60	4,6978
9,65	4,7469
9,70	4,7962
9,75	4,8458
9,80	4,8956
9,85	4,9457
9,90	4,9960
9,95	5,0466
10,00	5,0975

Der Ausdruck $Q = S \times V$ ist der des theoretischen Verbrauchs, d. h., des Wasservolums, welches in einer Secunde ausströmen würde, wenn der Querschnitt des Stroms genau gleich der Oberfläche der Oeffnung wäre, und wenn die Ausströmungsgeschwindigkeit wirklich gleich $V = \sqrt{2\,GH}$ wäre; allein da die Form der Oeffnung einen grossen Einfluss auf den Werth der beiden Elemente der Formel hat, so muss man zur Erlangung des wirklichen Verbrauchs die verschiedenen sich darbietenden Fälle berücksichtigen, für welche man durch Versuche den Coefficienten bestimmt hat, welcher den Werth von Q verändert.

Die Oeffnung befindet sich in derselben Wand. — Wenn die Ausströmungsöffnung durch dieselbe Wand gebohrt ist, so zieht sich die Flüssigkeit nach ihrem Ausströmen etwas zusammen, und diese Erscheinung verändert die Menge der ausströmenden Flüssigkeit oder den Verbrauch sehr merklich. — Im Durchschnitte beträgt der Contractionscoefficient 0,60, und man hat in diesem Falle als Ausdruck für die ausgeströmte Menge:

$$Q = 0{,}60\ S\ V. \quad (5)$$

Fall der unvollständigen Zusammenziehung. — Wenn eine oder mehrere Seiten der Oeffnungen in der Verlängerung der Wände des Behälters liegen, so strömen die flüssigen Strahlen parallel mit dieser Wand aus, und die Wirkungen der Zusammenziehung werden auf dieser Seite aufgehoben; wenn die Zusammenziehung auf drei Seiten stattfindet, so wird die Formel:

$$Q = 0{,}62\ S\ V. \quad (6)$$

Wenn sie nur auf zwei Seiten stattfindet:

$$Q = 0{,}64\ S\ V. \quad (7)$$

Wenn sie nur auf einer Seite stattfindet:

$$Q = 0{,}67\ S\ V. \quad (8)$$

Geneigte Schütze. — Wenn die beiden Seiten der Oeffnung und sein Boden sich in der Verlängerung der Flächen des Behälters finden, und wenn ausserdem der Schütz geneigt ist, sowie dies bei den Rädern mit gekrümmten Schaufeln (den Poncelet'schen Rädern) der Fall ist, so wird der Ausströmungscoefficient auch noch verhindert.

Wenn der Schütz bei 1 Basis und 2 Höhe geneigt ist, so hat man:

$$Q = 0{,}74\ S\ V. \quad (9)$$

Wenn die Neigung bei 1 Basis auf 1 Höhe stattfindet:

$$Q = 0{,}80\ S\ V. \quad (10)$$

Die Oeffnungen mit Ansätzen versehen. — Wenn die Oeffnung mit einem cylindrischen Ansatze von gleichem Durchschnitte, wie die Oeffnung, versehen ist, dessen Länge gleich dem Zwei- oder Dreifachen seiner kleinsten Dimension ist, so strömt die Flüssigkeit in einem Bogen aus und die Wirkungen der Zusammenziehung werden zum Theil aufgehoben. Jedoch findet das Ausströmen nicht mehr mit einer Geschwindigkeit statt, die dem Wasserdrucke genau proportional ist; und alsdann:

$$Q = 0{,}82\ S\ V. \quad (11)$$

Diese verschiedenen Fälle sind diejenigen, welche am Gewöhnlichsten in der Praxis vorkommen, und wir brauchen daher die übrigen nicht mehr zu untersuchen.

Oeffnungen mit Ueberfall. — Wenn ein Wasserstrom über einen Ueberfall fällt, der unter den gewöhnlichen Umständen angebracht ist, so neigt sich seine

Oberfläche nicht weit von dem Schwell ab nach einem parabolischen Bogen, so dass die Höhe *h* des Stromes über dem Schwell kleiner, als die Höhe *H* von dem Wasserstande des Behälters über demselben Schwell ist.

Bei der Berechnung nimmt man an, dass sich die Flüssigkeit ohne Biegung bis zu dem Schwell ausdehnt, und man betrachtet die Höhe *H*, als wenn sie zu gleicher Zeit gleich der Dicke des Stroms und des Drucks wäre, der die Geschwindigkeit des Wassers hervorbringt. Demnach ist der Durchschnitt des Stroms gleich dem Producte seiner Breite durch die Höhe *H*, und die Geschwindigkeit *V* ist stets durch den Ausdruck $\sqrt{2\ G H}$ gegeben. Der angenommene Coefficient ist darnach berechnet, und man hat:

$$Q = 0{,}405\ S\ V. \quad (12)$$

Es sind dies die verschiedenen Methoden, welche man zur Messung eines fliessenden Wassers anwenden kann. Jedoch muss man, wenn es sonst möglich ist, stets mehrere anwenden, um die Resultate der einen durch die der andern controliren zu können.

Der zur Anstellung der Versuche zu wählende Zeitpunct muss der des mittlern Wasserstandes seyn. Ohne diese Berücksichtigung würde man in sehr schwere Irrthümer verfallen, denn die meisten von den kleinen Strömen, an denen gewöhnlich Hüttenanlagen gemacht werden, nehmen zur Fluthzeit ungeheuer zu und zu trocknen Zeiten bedeutend ab

Anwendung. — Die Formeln, welche wir hier mitgetheilt haben, geben den Ausdruck für die Menge des ausgeströmten Wassers in Cubikmetern an, da das Meter stets als Einheit des Maasses genommen worden ist. Multiplicirt man nun die erhaltene Zahl mit 1000, so erhält man das Volum des Wassers in Litern oder in Kilogrammen.

Das Product der Zahl der Kilogrammen durch die Höhe des Gefälles in Metern drückt die theoretische Kraft des Wasserstroms in Kilogrammmetern aus; dividirt man sie mit 75, so erhält man den Ausdruck in Pferdekräften.

Wir haben absichtlich die theoretische Kraft genannt, denn es ist unmöglich, vollkommene hydraulische Receptoren zu bauen, und in der Praxis kann man nur einen Bruch von der natürlichen Triebkraft benutzen.

Im Durchschnitt geben gut construirte Räder nicht mehr als 60 Procent. Demnach übersteigt also der Nutzeffect eines Gefälles selten 0,60 ($\frac{3}{5}$) von der berechneten theoretischen Kraft, und man darf bei einer genauen Bestimmung niemals auf ein höheres Resultat rechnen.

Wir wollen, z. B., annehmen, dass man durch ein Nivellement gefunden habe, dass das Gefälle eines Wasserlaufs an irgend einem gegebenen Puncte, an welchem man eine Hüttenanlage machen will, 2,50 Meter betrage. Nachdem man nun ein provisorisches Wehr an diesem Puncte gemacht hat, sieht man, dass das Wasser bei einem mittlern Stande durch einen Ueberfall abfliessen kann, dessen Dimensionen die folgenden sind:

Die Breite *L* , . $= 1{,}60$ Meter;
die Höhe *H* des Wassers über dem Schwell $= 0{,}165$ Meter;
der Durchschnitt *S* wird *L H* seyn . . $= 1{,}60 \times 0{,}165 = 0{,}264$ Meter;
die Geschwindigkeit *V* wird gleich seyn $\sqrt{2 \times 9{,}8088 \times 0{,}165} = 1{,}80$ Meter.

Demnach wird die Formel (12) geben:

$$Q = 0{,}405 \times S \times V = 0{,}405 \times 0{,}264 \text{ Q. M., } 264 \times 1{,}80 = 0{,}192 \text{ C. M.}$$

Die Menge des ausströmenden Wassers beträgt daher 192 Liter oder Kilogrammen in der Secunde; die theoretische Kraft wird 192 × 2,50 Meter = 480 Kilogrammmeter seyn, oder $\frac{480}{75} = 6{,}4$ Pferdekräfte, und der Nutzeffect wird wahrscheinlich nicht mehr als 0,60 × 6,4 = 3,84 Pferdekräfte betragen.

Veränderungen der Kraft eines Wasserlaufs. — Die dynamische Wirkung, welche man aus einem Wasserlaufe ziehen kann, ist ausserordentlich veränderlich, weil es nur sehr wenige Gewässer giebt, die sich zu allen Jahreszeiten gleich bleiben. Die Regenzeiten im Herbste und Frühjahre, die Gewitter und die Trockniss des Sommers, der Frost und das darauf folgende Thauwetter sind ebensoviel Ursachen, welche gewissermaassen jeden Augenblick die Kraft eines laufenden Wassers und sein Gefälle verändern.

Ein anhaltendes oder plötzliches Anschwellen vermehrt die Wassermenge oft in einem bedeutenden Verhältnisse; es vermindert im Allgemeinen das Gefälle, weil bei übrigens gleichen Verhältnissen der Wasserstand des Untergrabens immer bedeutender ist, als der des Obergrabens. Um die Hütten gegen Ueberschwemmungen zu sichern, muss man daher in den meisten Fällen in der Nähe der Wehre Ueberfälle oder Schleusen anbringen, mittelst deren man sich schnell des grössten Theils von dem überflüssigen Wasser entledigen kann. Dagegen kann man dem Unterwasser keinen so raschen Abfluss verschaffen, sondern sie treten zurück, die Räder werden gebadet, und das Gefälle merklich reducirt.

Dieser Umstand gestattet nicht die Anwendung der grossen Menge der Flüssigkeit, welche alsdann der Fluss giebt, wenigstens wenn man nicht grosse Behälter angebracht hat, in denen man alles Wasser sammeln kann, um es später zu benutzen. Dieser Fall findet sich jedoch nur selten bei geringen Flüssen und an Puncten, welche für den Teichbau günstig sind.

Die trocknen Zeiten und die Fröste vermindern das Volum des Wassers und das Gefälle, weil das Oberwasser sinkt. Zwar sinkt auch das Unterwasser, allein man kann diese Vermehrung des Gefälles nicht benutzen, weil die Wasserräder im Allgemeinen nicht so eingerichtet sind, um diesen Bedingungen ihres Betriebes zu entsprechen.

Die vorhergehenden Bemerkungen können einen Begriff von der ausserordentlichen Veränderlichkeit der dynamischen Kraft des laufenden Wassers geben. Ein Gewerbe, dessen Betrieb solchen Unregelmässigkeiten ausgesetzt ist, befindet sich offenbar in einer schlimmen Lage. Man muss daher auch, wenn man sich zur Benutzung eines Wassergefälles versteht, mit der grössten Sorgfalt alle Umstände erwägen und durch zweckmässige Einrichtungen die ihm eigenthümlichen Fehler zu verbessern suchen. Auf die Beschaffenheit dieser Einrichtungen wollen wir nun zuvörders unsere Aufmerksamkeit richten.

Vorrichtungen, welche sich auf die Benutzung der Wassergefälle beziehen.

Gegenstand dieser Vorrichtungen. Die Wassergefälle können im Allgemeinen nicht in dem Zustande benutzt werden, in denen sie sich in der Natur darbieten;

um davon einen guten Nutzeffect zu erlangen, muss man sie mit Vorrichtungen versehen, welche sämmtlich den Zweck haben, eine Regulirung des Wassers zu bewirken. Da das Gefälle und die Wassermenge die beiden Elemente der Kraft sind, so muss man sich daran halten: 1) das möglichst grösste Gefälle zu erlangen und es gleichartig zu machen; 2) die Wirkungen der Veränderung von der Menge des herbeifliessenden Wassers zu verhindern, oder zu benutzen.

Die Mittel, welche man zur Erreichung dieser Resultate anwendet, sind nothwendig mit der Beschaffenheit des Wassers verschieden, sowie auch von der Beschaffenheit der Thäler, in denen sich die Flüsse bewegen. Wir haben daher die verschiedenen Fälle zu untersuchen, welche am Gewöhnlichsten vorkommen, und wir theilen daher zuvörderst die fliessenden Gewässer in zwei Classen: in die schiffbaren Ströme und Flüsse und in die nicht schiffbaren Flüsse und Bäche.

Wir wollen mit der Angabe der Arbeiten beginnen, welche man unter diesen beiden Umständen ausführen muss, und alsdann wollen wir in einige Details über die Art und Weise ihrer Ausführung eingehen.

Schiffbare fliessende Gewässer. — Alle schiffbaren fliessenden Gewässer sind ein öffentliches Eigenthum und die Gefälle, welche sie darbieten, können von dem Privatinteresse nur unter der Bedingung benutzt werden, dass sie diesem von dem Staate abgetreten wird, der allein das Recht hat, die Arbeiten, welche zu diesem Zwecke erforderlich sind, anzuordnen. — Jedoch kann man zwei Fälle unterscheiden: 1) denjenigen, in welchem wegen der grossen Wichtigkeit des Gewässers, oder wegen eines besondern Verbots der Regierung, jede Veränderung an dem Strome verboten ist; 2) derjenige Fall, in welchem das Gewässer von hinglänglicher allgemeiner Unwichtigkeit ist, so dass es vortheilhaft erscheint, in seinem Bette, mit Zustimmung der Regierung, Arbeiten auszuführen, welche seine Benutzung gestatten, indem sie zu gleicher Zeit die Schifffahrt nicht gefährden.

Erster Fall. — Wenn man einen Theil von dem Wasser eines bedeutenden Flusses benutzen will, so dürfen im Allgemeinen an seinem Bette keine Arbeiten vorgenommen werden, weil die Kosten, welche dieselben verursachen, so hoch seyn würden, dass ihre Ausführung keinen Vortheil gewähren könnte. Man kann alsdann weiter nichts thun, als zwischen zwei Puncten des Flusses, deren verschiedenen Wasserstand man als Gefälle benutzen will, einen Canal anzulegen, der mit Hülfe eines Wehres einen Theil des Wassers ableitet und es dem Puncte, wo man es benutzen will, zuführt.

Der Theil des Canals, der über dem Wehre beginnt, heisst der Fangcanal oder Obergraben. Derjenige, welcher unter dem Puncte liegt, wo das Gefälle benutzt worden ist, der Untergraben. Ihre respectiven Durchschnitte müssen hinreichend seyn, um dem Wasser einen leichten Abfluss zu verschaffen; es ist dies das einzige Mittel, nichts von dem Gefälle zu verlieren.

Die Lage des Wehrs ist nach den Localitäten und nach der Lage, welche man der Hütte geben will, verschieden; im Allgemeinen sind die Anlagekosten um so bedeutender, je bedeutender der Wasserstand ist, den man über dem Gefälle erhalten will. Es ist demnach gewöhnlich vortheilhaft, das Wehr in der Nähe des Punctes anzulegen, an welchem man das Wasser auffängt und den Untergraben möglichst lang zu machen, indem dessen Anlage nicht soviel Sorgfalt veranlasst, als die des Obergrabens.

Es ist stets vortheilhaft, den Obergraben so einzurichten, dass man daselbst ein festes oder ein bewegliches Wehr vorrichten kann, um sowohl den Graben ganz trocken legen zu können, wenn Reparaturen daran erforderlich sind, als auch, um ihn bei einem Steigen des Wasserstandes von dem Flusse zu schützen und seinen Wasserstand mittelst eines Schützes auf gleicher Höhe zu erhalten, indem man denselben nach den Umständen öffnet oder verschliesst.

Ein festes Wehr, welches mit einem Schütz versehen ist, dessen höchster Punct höher, als der höchste Wasserstand des Flusses ist, ist am Bequemsten, sobald der Canal nicht schiffbar zu seyn braucht; müssen aber Schiffe und Kähne hindurchgehen, so ist eine Schleuse mit Kammer unerlässlich, und diese veranlasst sehr bedeutende Anlagekosten.

Ein bewegliches Wehr von Holz, welches man nur dann anbringt, wenn der Canal gereinigt oder reparirt werden soll, reicht in den meisten Fällen aus und kostet nicht sehr viel. Es kann auch gegen Ueberschwemmungen benutzt werden, vorausgesetzt, dass die Krönung der Arbeiten höher, als der höchste Wasserstand liegt, weil man alsdann das abzuleitende Wasser überfallen lassen und die Wassermenge des Canals nach dem Erfordern der Triebkräfte reguliren kann.

Zweiter Fall. — Wenn das Gewässer von geringer Wichtigkeit ist, obgleich es noch immer unter die schiffbaren Flüsse gerechnet werden muss, so kann man unter gewissen Bedingungen von dem Staate die Erlaubniss erlangen, in seinem eignen Bette ein Wehr anzubringen, so dass man keine langen Canäle anzulegen braucht. Man legt alsdann die Hütte so nahe, als man will, an dem Flusse an, man fängt das Wasser unmittelbar über dem Wehre auf und lässt es nicht weit unter demselben dem Flusse wieder zugehen, wenn man nicht etwa das Gefälle benutzen will, welches noch unter dem Wehre vorhanden ist.

Diese Wehre sind bei manchen Flüssen in sehr häufigem Gebrauch, und sie haben selbst einen grossen Nutzen für die Schifffahrt, indem sie den Wasserstand erhöhen und die Anwendung grösserer Gefässe gestatten.

Das Auffangen des Wassers, das Wehr und der Graben, werden auf die angegebene Weise angelegt. Die Höhe des Wehrs wird von der Behörde so bestimmt, dass das Wasser nicht so aufgestaut werden kann, um den Betrieb der stromaufwärts liegenden Räder zu hindern. Es muss stets mit einem Ueberfalle versehen seyn, durch welchen dasjenige Wasser abläuft, was der Hüttengraben nicht aufnimmt, und welcher breit genug seyn muss, um auch einen leichten Abfluss bei plötzlichen Anschwellungen des Flusses zu gestatten. Dennoch ist es zweckmässiger, ausserdem noch eine Schleuse, oder einige Schütze anzubringen, welche man aufzieht, wenn der Wasserstand des Flusses sehr bedeutend ist, indem das Wasser mit der ganzen Geschwindigkeit, die von der Höhe seines Falles herrührt, weit schneller abfliesst, als durch einen Ueberfall, über den nur alsdann sehr viel Wasser strömen kann, wenn der Stand schon sehr bedeutend über seiner Sohle ist.

Damit Kähne, oder auch Holzflösse über die Wehre gehen können, müssen sie mit einer Kammerschleuse versehen seyn, deren Dimensionen ebenfalls von der Behörde bestimmt werden müssen.

Diese Vorrichtungen und Anlagen finden sich an allen canalisirten Flüssen, sowie auch an den Canälen; allein in diesem letztern Falle sind die Anlagen in der speciellen Absicht gemacht worden, um die Schifffahrt zu begünstigen, und die Hütten-

anlagen werden alsdann in der Nähe der Hütten und der Schleusen gemacht, um gegen gewisse Abgaben das hervorgebrachte Gefälle benutzen zu können.

Unter diesen verschiedenen Umständen benutzen die Hütten nicht die ganze Wassermenge des Flusses und der grösste Theil bleibt den Bedürfnissen der Schifffahrt. Diesen Flüssen fehlt es nie an Wasser, allein jede Verminderung des Gefälles ist für sie eine Quelle des Verlustes; desshalb müssen auch alle möglichen Mittel angewendet werden, um den Wasserstand möglichst gleich zu erhalten und das Gefälle gut zu benutzen. Die Canäle oder Gräben, welche das Wasser auffangen, müssen so kurz, als möglich seyn und einen hinlänglich grossen Querschnitt darbieten, damit sich das Wasser in denselben nur mit einer geringen Geschwindigkeit bewegt. Auch die Untergräben müssen sehr breit seyn, damit die Räder nicht im Widerwasser stehen, und die Schütze der Räder richtet man oft so ein, um die Höhe des Gefälles benutzen zu können, welches aus der Aufstauung des Oberwassers erfolgt.

Dies sind im Allgemeinen die Grundsätze, welche man bei der Benutzung der Gewässer schiffbarer Flüsse anwenden muss.

Nicht schiffbare Gewässer. — Diese Gewässer haben gewöhnlich nur eine geringe Kraft, und die in ihrem Besitze stehenden Hütten benutzen sie gewöhnlich gänzlich. Es kommt hierbei also nicht allein darauf an, das Gefälle gut einzurichten, sondern auch recht haushälterisch mit dem Wasser umzugehen, um es möglichst zu benutzen, sowohl bei mittlerm Wasserstande, als auch bei einem hohen, der durch Regenzeiten oder Thauwetter hervorgebracht worden ist. Die Gewässer eines kleinen Flusses oder Baches können gänzlich oder zum Theil durch einen Graben abgeleitet werden; allein an dem Puncte, wo das Wasser aufgefangen wird, muss in seinem Bette stets ein Wehr vorgerichtet werden, weil dies das einzige Mittel ist, um, wenn es erfordert wird, alles Wasser abzuleiten. Das Wehr muss übrigens mit einem Ueberfalle und mit einem Abfalle, d. h., mit Schützen versehen seyn, wie wir es schon weiter oben bemerkt haben.

Häufig benutzt man auch die kleinen Gewässer ohne Graben, indem man die Hütte unter dem Wehre anlegt.

Die Eisenhütten haben gewöhnlich mehrere Wasserräder, deren Gesammtkraft die mittlere Kraft des fliessenden Gewässers weit übersteigt, die aber nicht fortwährend im Betriebe sind. Das Wasser muss daher bei den Stillständen gesammelt und aufbewahrt werden, um später benutzt werden zu können. Es ist demnach nothwendig, vor dem Wehre Sammelteiche oder Stausümpfe anzulegen, die eine der Wassermenge des Baches oder Flüsschens angemessene Capacität haben, die um so bedeutender seyn muss, je bedeutender die Zeit ist, in welcher die Motoren angehalten werden.

Es ist aber nicht allein hinreichend, dass die Sammelteiche einen hinlänglichen räumlichen Inhalt haben, sondern ihre Oberfläche muss auch so berechnet seyn, dass die Schwankungen des Wasserstandes gering sind, weil die Höhe des Gefälles von dem Augenblicke, in welchem die Räder in Betrieb gesetzt werden, bis zu ihrem Abschützen in demselben Verhältnisse verschieden ist. Bei dieser Einrichtung sind die Sammelteiche wirkliche Regulatoren der Triebkraft, indem sie zu gleicher Zeit auf das Volum der Gewässer und auf das Gefälle wirken.

Wenn der Sammelteich mehrere Räder mit Wasser versieht, so hat er eine deren Anzahl angemessene Anzahl von Schützen. Wenn die Räder in der Nähe der

Sammelteiche liegen und ihre Gerinne nur kurz sind, so haben dieselben nur einen Schütz; bei einigen Entfernung der Räder von den Sammelteichen aber und bei einer gewissen Länge der Gerinne müssen zwei Schütze vorhanden seyn. In allen Fällen bringt man am obern Ende des Gerinnes ein eisernes Gitter an, so dass keine Pflanzenreste und andere grobe Unreinigkeiten mit auf die Räder geführt werden.

Der Ueberfall oder die Abfälle sind an einem der Enden des Wehrs angebracht, und so nahe, als möglich, der Hütte. Es ist wesentlich, dass sich der damit in Verbindung stehende Graben mit dem Untergraben der Räder nur in einer grossen Entfernung von diesem wieder verbindet, damit die Gewässer bei Fluthzeiten nicht in den Untergraben zurücktreten und den Betrieb der Räder durch Widerwasser stören und das Gefälle vermindern.

Sehr schwache fliessende Gewässer. — Gewöhnlich benutzt man nur die mittlere Wassermenge der Flüsse und Bäche; bei Fluthzeiten geht das Uebrige durch die Abfälle, die man zu dem Ende öffnet, da man den Sammelteich nicht gross genug machen kann, um alles Wasser anzusammeln. Bei kleinen Bächen, und besonders, wenn die örtlichen Verhältnisse, z. B., Thäler, mit steilen Einhängen es gestatten, legt man grosse Sammelteiche an.

Unter diesen Umständen ist das Gefälle im Allgemeinen sehr bedeutend, und man muss alsdann hauptsächlich auf den Haushalt des Wassers seine Aufmerksamkeit richten. Man durchschneidet das Thal mit einem oder mehrern Dämmen, um das in demselben fliessende Wasser aufzuhalten und bildet auf diese Weise ebensoviele übereinander liegende Teiche, welche die Hütte während der trocknen Zeit mit Wasser versehen können. Jeder Teich ist mit einem Grundzapfen versehen, durch welchen der Behälter gänzlich abgelassen werden kann. Von den Teichen wird das Wasser in einem Graben am Abhange des Thals zu der Hütte geführt.

Wenn alle Teiche mit Wasser angefüllt, und wenn die Räder im Betriebe sind, so setzt man sie miteinander in Verbindung, indem man alle Zapfen oder Schützen um eine Grösse öffnet, die mit dem Wasserverbrauche im Verhältnisse steht. Man entleert auf diese Weise nach und nach zuerst den obersten und dann die folgenden Teiche; ist der letztere leer, so ist man nur auf den Bach beschränkt, und oft sieht man sich alsdann genöthigt, die Hütte so lange ausser Betrieb zu setzen, bis sich die Teiche wieder gefüllt haben.

Quell- und Regenwasser. — In Gegenden, wo nur wenig Wasser vorhanden ist, wendet man zuweilen noch complicirtere Mittel an, um den Betrieb einer Hütte zu sichern. Auf den ein Thal umgebenen Hochebenen legt man grosse Behälter an, in welchen man das Quellwasser, das Regen- und das Schneewasser etc. sammelt. Diese verschiedenen Behälter führen ihr Wasser durch Gräben, welche in einen oder in mehrere Stausümpfe in der Nähe der Räder auslaufen, der Hütte zu.

Diese Wasserbehälter oder Sammelteiche können nicht unmittelbar miteinander in Verbindung stehen, weil sie durch Thäler getrennt sind, und weil sie oft sehr weit auseinander liegen. Man lässt sie nur nach und nach ab, und während man das Wasser des einen benutzt, füllen sich die übrigen wieder u. s. f. Auf diese Weise kann man, jedoch nur mit grossen Kosten, dahin gelangen, stets eine hinreichende Wassermenge für die Bedürfnisse der Hütte bereit zu haben und einen weit regelmässigern Betrieb zu erreichen, als mit einem einzigen laufenden Wasser von mittlerer Stärke,

dessen im Winter sehr reichliche Gewässer während trockner Sommer fast gänzlich versiegen.

Grundsätze der Construction.

Wir wollen nun die verschiedenen Methoden angeben, nach denen man einen Strom vorrichten kann, um seine Triebkraft zu benutzen. Wir wollen jetzt einige Data über die Art und Weise der Ausführung solcher Arbeiten mittheilen, wobei wir uns jedoch weit mehr an allgemeine Grundsätze und Regeln halten, als an Details der eigentlichen Ausführung, die nur in einem eigentlichen architectonischen Werke ihren Platz finden kann.

Dämme oder Wehre in den Flüssen. — In den schiffbaren Flüssen können die Dämme oder Wehre durch Schleusen oder durch stets offene Ueberfälle unterbrochen werden.

Wehre mit blossen Durchfahrten, die stets offen sind, können nur bei einem Falle von 6 bis 9 Decimeter oder 2—3 Fuss angewendet werden, so dass das Aufziehen der zu Berg gehenden Kähne nicht zu schwierig ist. Bei einem bedeutendern Falle wendet man Schleusen mit Kammern an. Um das Niveau des Scheitels oder der Brüstung von dem Wehre oder Damme zu bestimmen, muss man die grössere oder geringere Weite des Flussbettes berücksichtigen und sie auf solche Weise bestimmen, dass Ueberschwemmungen vermieden werden. — Man muss das Wehr an dem breitesten Theile des Flusses anlegen, um die steigende Geschwindigkeit zu vermindern und um desto mehr Wasser zurückhalten zu können. Dabei muss man stets auf solche Puncte Rücksicht nehmen, wo der Boden am Zweckmässigsten zu einem festen hölzernen oder massiven Bau geeignet ist, welche Art und Weise der Ausführung nach dem Preise der Materialien und nach der Dauer, die man den Arbeiten geben will, bestimmt wird. — Die beweglichen Wehre, welche man seit einigen Jahren viel gebraucht, haben hauptsächlich den Zweck, den Bedürfnissen der Schifffahrt zu genügen; sie sind durchaus nicht günstig bei Benutzung des Gefälles, welches sie sehr veränderlich machen.

Die Anlage der Wehre mit Durchfahrt wechselt nach der Beschaffenheit des Flusses. Wenn sie regelmässig ist, so muss man ausser der Durchfahrt für die Kähne auch noch eine oder mehrere andere für den Abfluss vorrichten. Ist dagegen der Wasserstand des Flusses sehr unregelmässig, so muss das ganze Wehr aus Durchlässen bestehen, welche man bei trocknen Zeiten verschliesst und bei Fluthzeiten öffnet. Das Wehr besteht alsdann aus massiven Pfeilern, oder aus hölzernem Pfahlwerk, welche die Kanten der Durchfahrten bilden; diese Art der Construction ist weit kostbarer, als die der massiven Wehre, wegen der grossen Festigkeit, welche man den festen Puncten geben muss und wegen der Vorsichtsmaassregeln, welche wegen plötzlichen Anschwellungen der Flüsse zu nehmen sind.

Die Durchlässe oder Durchfahrten. — Die beiden Enden des Wehrs oder Dammes, welche die Widerlagen für die Durchlässe oder Durchfahrten bilden, müssen im Grundrisse abgerundete Kanten darbieten und fester construirt seyn, als der übrige Theil des Werkes. Die Betten oder Sohlen der Durchfahrten sind mit einem hölzernen oder gemauerten Roste oder Boden versehen, der in gleicher Höhe mit dem Bette von dem Oberwasser des Flusses liegt, und welcher durch einen Abhang mit

dem Bette des Unterwassers in Verbindung steht und gegen welches er sich um eine Länge ausdehnt, die wenigstens gleich der Höhe des Gefälles ist.

Die Breite der Durchlässe für die Kähne hängt von der dieser letztern selbst ab. Die für den blossen Ausfluss, durch welchen zuweilen auch Holzflösse gehen, wechselt von 3 bis 8 Meter, je nach der Wassermenge des Flusses und nach der Art des Verschlusses. Zum Verschlusse der Durchlässe für die Kähne muss man ein System anwenden, welches schnell und mit wenigen Menschen bewegt werden kann. Man gebraucht entweder horizontale Balken, welche in Rinnen übereinander liegen und mittelst Winden bewegt, oder die mittelst eines Pfahles zurückgehalten werden, den man um eine Achse umlegen kann; — oder auch senkrechte bewegliche Bohlen, die unten auf der Sohle gegen einen festen Punct stehen und oben an ein, um eine Achse bewegliches Stück befestigt ist.

Die Abfälle zum Durchlassen des Wassers sind mit einer einfachen hölzernen Wand verschlossen, die mit Schützen versehen ist, welche man mit Hülfe von Winden oder Schrauben bewegt.

Schleusen mit Kammern. — Bei den Wehren mit Durchfahrten erfolgt die Verbindung des obern und des untern Wasserstandes durch eine Art von Wasserfall, auf welchen man die Kähne herabgehen lässt. Dieses System ist jedoch bei einem bedeutenden Falle nicht anwendbar, sondern man muss alsdann zwischen dem Ober- und dem Unterwasser einen dazwischen liegenden Behälter mit variablem Wasserstande anbringen, welcher nach Belieben mit dem ersten oder zweiten durch Oeffnungen und Thore in Verbindung gesetzt werden kann; man nennt diesen Behälter eine Schleusenkammer.

Die Länge und die Breite der Kammer ist nach den Dimensionen der Schiffsgefässe verschieden; ihre Sohle entspricht der des Unterwassers, ihre Krönung der des Oberwassers. Gegen das Oberwasser und gegen das Unterwasser zu ist die Schleusenkammer durch Thore verschlossen, die am Boden mit Schützen versehen sind, so dass sie nach Belieben mit dem Ober- und mit dem Unterwasser in Verbindung gesetzt werden kann. Wirklich kann man die Thore am Oberwasser nicht eher öffnen und dies mit der Kammer in Verbindung setzen, als nachdem die letztere angefüllt ist; eben so wenig, wie man die Thore nach dem Unterwasser zu nicht eher öffnen und die Kammer mit dieser in Verbindung bringen kann, als nachdem sie entleert worden ist.

Die Schleusen verbrauchen viel weniger Wasser zum Durchgange eines Schiffes, als die Durchlässe; auch werden sie in allen Fällen angewendet, in denen man haushälterisch mit dem Wasser umgehen muss und desshalb hauptsächlich bei den Canälen oder den künstlichen schiffbaren Gewässern.

Da die Schleusen dem Oberwasser nur dann einen Abfluss geben, wenn ein Boot durchgeschleus't, so müssen sie stets von einem Abfalle begleitet seyn, der einen Theil des Wehres selbst bildet, oder der an irgend einem Puncte des Oberwassers angebracht ist. Im letztern Falle wird das Wasser durch einen Graben abgeleitet, der sich unterhalb des Wehres wieder mit dem Flusse vereinigt. Neben der Schleuse bringt man oft eine Durchfahrt mit beweglichen Verschluss an, durch welche Flössholz geht, und die daher auch zum Abfalle des überflüssigen Wassers benutzt werden kann und desshalb mit Schützen versehen seyn muss.

Die Dimensionen der Schütze, die des beweglichen Verschlusses, sowie die Breite und das Niveau der Sohle von dem Abfalle, werden nach der Wassermenge bestimmt, welche während der Fluthzeit hindurchströmen muss. In dem vorliegenden Falle, in welchem man das Gefälle so hoch, als möglich, machen muss, ist es zweckmässig, den Schwell des Abfalles zu erhöhen; man muss ihm daher eine grosse Breite geben.

Da wir schon weiter oben die Art und Weise der durch die Schütze und Ueberfälle strömenden Wassermenge angegeben haben, so wird es leicht seyn, indem man sich durch Versuche Rechenschaft von der Wassermenge giebt, welche der Fluss enthält, die verschiedenen Ausströmungsöffnungen auf die günstigste Weise untereinander zu vereinigen, um den gesuchten Zweck zu erreichen.

Von den Abfällen. — Die Construction der Abfälle und Ueberfälle erfordert grosse Vorsichtsmaassregeln; sie müssen ein sehr festes Fundament und mit dem Ufer fest verbunden seyn, so dass sie von den Fluthen nicht hinweggerissen werden können. Da ihre Stärke gewöhnlich gleich ihrer Höhe ist, so findet einige Ersparung dabei statt, stromabwärts eine senkrechte Wand anzubringen und keine geneigte, und man erlangt auf diese Weise den Vortheil, durch den Fall die ganze Geschwindigkeit des Wassers zu unterbrechen. Allein da alsdann die Auswaschungen sehr zu fürchten sind, so muss man dem Roste eine grosse Festigkeit geben und ihn so verlängern, dass er gleich der dreifachen Höhe des Falles ist. — Die Krönung oder der obere Rand hat stets einen Abhang nach dem Oberwasser zu, um das Abfliessen des Wassers zu erleichtern.

Die festesten Abfälle sind die massiven von behauenen Steinen; sind sie aber zu kostbar, so kann man sie aus Holz und starken Bohlen, die genau miteinander verbunden sind, herstellen, die auf einen Rost von Quer- und Langschwellen, die durch Pfähle festgehalten werden, befestigt sind. Man vollendet diesen Rost durch eine Linie von zugeschärften und in die Erde eingerammten Quadersteinen, um Auswaschungen zu vermeiden. Der Breterboden des Ueberfalles kann auch durch ein Steinpflaster ersetzt werden, welches zwischen dem Roste angebracht wird.

Canäle oder Gräben. — Die Canäle oder Gräben, welche das Wasser den Hütten zuführen und es von denselben abführen, sind gewöhnlich in demselben Thale angebracht, in welchem der Fluss fliesst, von dem sie einen Arm bilden; sie nehmen das Wasser an irgend einem Puncte auf und geben es an einem andern wieder ab. Das Abstechen eines Grabens muss so geschehen, dass alle kostbaren Arbeiten, wie Röschen, Brücken, Aquäducte, bedeutende Einschnitte etc., vermieden werden. Man muss eine besondere Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit des durchschnittenen Terrains richten und dasjenige zu vermeiden suchen, welches ein Wegfallen des Wassers begünstigen könnte. Bei einem Terrain, welches nicht wasserhaltig ist, versieht man den Graben mit einem Thonfutter, welches man fest einstampft, weil sonst der Graben von dem Flusse weit mehr Wasser ableiten würde, als die Hütte verbraucht und in dem Falle, dass nicht viel Wasser vorhanden ist, würde man einen bedeutenden Theil von der disponibeln Triebkraft verlieren.

Die Gräben müssen ein möglichst gleichartiges Fallen, einen gleichartigen Querschnitt und eine gleiche Geschwindigkeit des in ihnen enthaltenen Wassers haben; in diesem Falle ist die flüssige Oberfläche stets parallel von der Sohle des Bettes.

Der gleichartige Fall eines Grabens ist eine constante beschleunigende Kraft, welche unaufhörlich auf alle Theilchen des Wassers wirkt; diese wird demnach eine gleichförmig beschleunigte Bewegung annehmen, wenn nicht eine verzögernde Kraft vorhanden wäre, welche in jedem Augenblicke die Wirkungen der erstern aufzuheben sucht und die nichts Anderes, als der Widerstand ist, den die Wände des Canals der Bewegung entgegensetzen. Die Erfahrung beweis't, dass in einem Canale mit constantem Falle und Durchschnitte die Geschwindigkeit selbst in einer geringen Entfernung von dem obersten Puncte constant wird; woraus man folgern kann, dass in einem Strome mit gleichförmiger Bewegung der Widerstand der Wände gleich der beschleunigenden Kraft der Schwere ist, und es folgt daraus, dass die Länge des Grabens ohne Einfluss auf die Menge des Wassers ist, die er hindurchströmen lässt.

Zwischen der hindurchgeströmten Wassermenge, dem Querschnitt des Canals, seinem Fallen und der Geschwindigkeit des Wassers giebt es gewisse Beziehungen, so dass man die einen von diesen Grössen bestimmen kann, wenn man die andern kennt.

Die Wassermenge, welche ein Canal giebt, ist gegeben; wir bezeichnen sie mit Q. Man giebt sich ebenfalls die mittlere Geschwindigkeit V, weil es von Wichtigkeit ist, dass sie nicht die Grenze erreiche, auf welcher das Wasser das Bett angreift. Diese Grenze ist nach der Beschaffenheit des Terrains verschieden; man hat durch die Erfahrung gefunden:

Beschaffenheit des Terrains.	Grenzen der Geschwindigkeit.
Weiche Erde	0,076 Meter
Weicher Thon	0,152 —
Sand	0,305 —
Grus	0,609 —
Geschiebe	0,614 —
Gesteinbruchstücke	0,220 —
Weicher Sandstein und Schiefer	1,520 —
Geschichtete Gesteine	1,83 —
Harte Gesteine	3,05 —

Wenn man die mittlere Geschwindigkeit V kennt, so findet man leicht die Geschwindigkeit an der Oberfläche, welche ist $\frac{V}{0,80} = 1,25\ V.$

Die Geschwindigkeit am Boden

$$W = 2\ V - 1,25\ V = 0,75\ V. \quad (13)$$

Nimmt man nun für W einen relativen Werth für die Beschaffenheit des Bodens an, der von dem Canale durchschnitten worden ist, so findet man V durch die Formel: $V = \frac{W}{0,75}$.

Da der Verlust des Gefälles, welches aus dem Falle hervorgeht, den man dem Graben gegeben hat, um so grösser ist, je bedeutender man die Geschwindigkeit annimmt, so ist es von Wichtigkeit, das Wasser recht langsam fliessen zu lassen, d. h., im Mittel 1 bis 3 Decimeter oder 4 bis 12 Zoll in der Secunde und noch weniger, wenn man nicht fürchtet, sich in einen Grabenbau einzulassen, dessen Dimensionen um so bedeutender seyn müssen, je geringer die Geschwindigkeit des in ihm laufenden

Wassers ist; denn wenn man diesen Durchschnitt mit S bezeichnet, so hat man offenbar

$$S = \frac{Q}{V}. \quad (14)$$

Auf diese Weise bestimmt man den Durchschnitt des Grabens, Was nun seine Form anbetrifft, so giebt man ihm gewöhnlich die eines Trapezes, bei welchem die Breite am Boden 3 bis 6 Mal bedeutender, als die Höhe des Wasserstandes ist. — Die Breite am Wasserspiegel hängt von der Neigung der Wände oder der Böschung ab, welche man im Verhältnisse zu dem Terrain geben muss. — Wenn man daher die Höhe des Wasserstandes in einem Canale mit H bezeichnet, so könnte sein Boden gleich 4 H seyn, und wenn die Böschung 45 Grad beträgt, so würde die Breite am Wasserspiegel 6 H seyn, oder die sechsfache Höhe des Wassers. — Bei den schiffbaren Canälen in Frankreich macht man den Boden im Durchschnitte 6 Mal und die Linie des Wasserspiegels 10 Mal breiter, als die Tiefe.

Wenn die Canäle mit Mauerwerk bekleidet sind, so giebt man ihnen eine rechteckige Form, bei welcher die Breite das Doppelte von der Tiefe ist.

Wenn man die Geschwindigkeit des Wassers, den Querschnitt und die Form des Canals kennt, so bestimmt man den nassen Perimeter P, indem man die Länge der beiden Böschungen zu der des Bodens hinzufügt. Der Fall auf das Meter J ist durch die Formel gegeben:

$$1 = \frac{P}{S} V\,(0{,}0000444 + 0{,}000309\ V). \quad (15),$$

wovon man alle Glieder kennt.

Die obigen Data sind bei der Anlage eines Grabens hinreichend; jedoch verfährt man bei ihrer Bestimmung nicht immer auf dieselbe Weise. Wenn, z. B., ein solcher Graben einer schon vorhandenen Hütte zugeführt werden soll, so ist sein Fallen durch die relative Lage der beiden Endpuncte bestimmt; in diesem Falle berechnet man die Geschwindigkeit stets nach der Beschaffenheit des zu durchschneidenden Terrains durch die schon erwähnte Formel:

$$V = \frac{W}{0{,}75}.$$

Und wenn man nennt;

L die Breite des Canals am Boden;

h seine Tiefe;

n das Verhältniss der Basis von der Böschung zu ihrer Höhe,

so findet man die Breite durch die Formel:

$$L = \frac{\overline{Q\ 1}}{V^2\,(0{,}0000444 + 0{,}000309\ V)} - 2\,h\sqrt{1 + n^2}. \quad (16)$$

Auffangung des Wassers durch einen Graben. — Die Auffangung des Wassers für einen Hüttengraben in einem Flusse, der kein Wehr hat, muss an einem Puncte gemacht werden, wo derselbe eine hinreichende Tiefe hat, damit der Graben hinlänglich gespeis't werde; er muss gegen plötzliche Anschwellungen und hauptsächlich gegen Anschwemmungen gesichert seyn. Zur Vermeidung dieses letztern Nachtheils, hat man zuweilen den Anfangspunct des Grabens in einem sehr spitzen Winkel mit dem Flusse angelegt; allein eine solche Einrichtung ist nur bei schiffbaren Ca-

nälen zweckmässig, und bei Hüttengräben nimmt man gern das Gegentheil an, um den Eintritt des Wassers in den Graben zu erleichtern.

Da Gräben dieser Art alle Jahre während des niedrigsten Wasserstandes gereinigt werden müssen, theils, um den darin angehäuften Schlamm fortzuschaffen, theils, um das Gras abzuschneiden, welches auf seinem Boden wächst; so ist es von der grössten Wichtigkeit, sie ganz trocken legen zu können. Zu dem Ende bringt man da, wo das Wasser aufgefangen wird, ein bewegliches Wehr an, welches aus Balken besteht, die man zwischen Pfählen übereinander legt, die an den Seitenwänden und in den Boden befestigt worden sind. — Wenn die Breite des Grabens nicht bedeutend ist, so genügt auch eine einfache Breterwand, und oft bringt man auch einen festen Schütz an, den man mehr oder weniger aufziehen, oder niederlassen kann, um das Wasser nach Belieben in den Graben zuzulassen oder nicht. Die Oeffnung des Schützes muss bedeutend genug seyn, um in dem Flusse und in dem Graben einen gleichen Wasserstand zu haben, weil man sonst am Gefälle verlieren würde.

Will man die Gräben gegen plötzliche Anschwellungen des Flusses sichern, so bringt man einen Schütz an, dessen Krönung höher, als der höchste Wasserstand ist, und man öffnet ihn nur so weit, als zur Erhaltung des gewöhnlichen Wasserstandes in dem Graben erforderlich ist. Wenn aber der Fluss vielen Sand und vieles Geschiebe mit sich führt, die nicht in den Graben gelangen sollen, so ist es besser, das Wasser aus dem Flusse nicht auf der Sohle eintreten zu lassen, sondern unter dem Schütze einen Ueberfall anzubringen, den man eine zweckmässige Höhe ertheilt. Man macht sich auf diese Weise gänzlich zum Meister der Wassermenge, die in den Graben eintreten soll, und erhält dessen Wasserstand auf einer bestimmten Höhe.

Der Querschnitt von dem obersten Theile des Grabens, da wo das Wasser aufgefangen wird, muss eben so gross seyn, als der des Grabens selbst. Es sind an diesem Puncte gewöhnlich zwei massive Seitenmauern angebracht, die auf einem Roste ruhen, der durch Pfähle und Steine hinlänglich gesichert ist, damit keine Unterwaschungen entstehen können.

Es ist hinlänglich, dass der Rost und die Seitenwände eine hinreichende Länge haben, um das feste oder bewegliche Wehr mit dem Schütze tragen können; allein es ist wesentlich, dass die Seitenwände Flügel nach den Ufern des Flusses zu haben und an den Enden schräg abfallen, um jede Unterwaschung vermeiden zu können. Die Seitenwände müssen stets höher seyn, als der höchste Wasserstand des Flusses bei Fluthzeiten; es ist dies das einzige Mittel, um Meister von dem Zutritte des Wassers in den Graben mittelst eines Ueberfalles und mittelst Schützen zu bleiben.

Wenn ein Fluss nicht Tiefe genug hat, um das Wasser auffangen zu können, so muss man ihn mit einem Wehre versehen. Es sind aber dann weit mehr Verschlemmungen zu fürchten, und man muss das Bett entweder durch den Abfall, den man am obern Ende des Grabens anbringt, oder durch irgend ein anderes Mittel reinigen. Die Einrichtung am obern Ende des Grabens, da wo man das Wasser auffängt, bleibt fast dieselbe, als bei einem Flusse ohne Wehr, mit Ausnahme des Falles, in welchem die aufzufangende Wassermenge durch die Grösse der Oeffnung begrenzt werden soll. Unter diesen Umständen bestimmt die Behörde die Breite des Grabens und die Höhe der Sohle an seinem Eingange im Verhältniss zu dem Wasserstande in trocknen Jahreszeiten.

Die Wassermenge, welche durch diese Oeffnung eintritt, berechnet man durch die Formel (12), allein, indem man den Coefficienten modificirt, weil diese Wassermenge durch den Widerstand der Flüssigkeit verändert ist, die sich in dem Graben befindet; man hat im Durchschnitte:

$$Q = 0{,}30\ S\ V, \quad (17),$$

wobei S den Querschnitt der Oeffnung und V die Geschwindigkeit bezeichnet, welche von der Höhe des Wasserstandes in dem Becken über der Grundschwelle herrührt.

Von den Teichen. — Wir unterscheiden zwei Arten von Teichen: 1) Teiche zur Regulirung des Wassers, sogenannte Stausümpfe, deren hauptsächlichster Zweck es ist, die Veränderungen der Höhe des Gefälles, welche von dem unregelmässigen Betriebe der Motoren und von der relativen Unzulänglichkeit der Wassermenge herrühren, auszugleichen. 2) Sammelteiche, deren Zweck es ist, eine Hütte regelmässig und constant mit Wasser zu versehen, indem sie das Quell-, das Regen- und das Schneewasser aufnehmen.

In allen möglichen Fällen erfüllen die Wasserreservoire um so besser ihren Zweck, je bedeutender sie sind; jedoch kann man ihre Grenzen bestimmen, wenn man im Voraus die Art und Weise des Betriebes einer Hütte, den Verbrauch der Motoren und die Wassermenge der laufenden Gewässer kennt.

Wir wollen, z. B., annehmen, dass man einen Stausumpf für einen Fluss anzulegen habe, der in der Secunde 9 Cubikmeter Wasser liefert, dass die Räder 12 in derselben Zeit verbrauchen, allein dass sie nur 45 Minuten in der Stunde im Betriebe sind: — Man will die Oberfläche des Stausumpfes wissen, indem man sich als Grenze eine Abweichung von 0,10 Meter in der Abweichung des Wasserstandes giebt. — Da das fliessende Wasser 9 Cubikmeter in der Secunde giebt, so wird es in der Stunde 3600×9 liefern, die in 45 Minuten oder 2700 Secunden von den Rädern verbraucht werden. Der Stausumpf muss demnach den Ueberschuss des Verbrauchs über die Einnahme während dieser 45 Minuten des Betriebes aufnehmen, d. h., 12—9 oder $3 \times 2700 = 8100$ Cubikmeter, eine Menge, die der gleich ist, welche während der 15 Minuten oder 900 Secunden des Stillstandes einströmt. Damit das Schwanken des Wasserstandes 1 Decimeter oder 4 Zoll nicht übersteige, müssen die 8100 Cubikmeter in einem flüssigen Querschnitte von 1 Decimeter Stärke enthalten seyn, dessen Oberfläche $\frac{8100}{0{,}10} = 81000$ Quadratmeter betragen wird.

Man sieht demnach, dass, wenn die Triebkraft die des fliessenden Gewässers wesentlich übersteigt, und wenn die Unregelmässigkeiten des Betriebes bedeutend sind, man Stausümpfe von ungeheurer Oberfläche haben muss, damit die Abweichungen des Gefälles nicht zu bedeutend seyen.

Die Tiefe dieser Stausümpfe ist nach der Beschaffenheit der Triebkräfte, welche sie speisen, verschieden. Es ist im Allgemeinen hinreichend, dass sie etwas bedeutender sey, jedoch nur auf der Seite der Aufnahme des Wassers, als die Entfernung des Wasserstandes an der Sohle der Radschütze; denn das Wasser, was unterhalb dieser Sohle liegt, kann nie benutzt werden. Dieser Ueberschuss der Tiefe muss um so bedeutender seyn, jemehr Schlamm der Fluss mit sich führt, weil es sehr wesentlich ist, dass derselbe in dem Stausumpfe aufgehalten werde, und dass er nicht die

Schütze verstopfe. Der Schlamm wird übrigens um so leichter abgesetzt, je breiter das Becken ist, indem die Geschwindigkeit des Wassers alsdann sehr gering wird.

Der Damm des Stausumpfes muss eine mit der Breite desselben und mit der Anzahl der Hüttenräder verhältnissmässige Entwickelung haben. Es ist fast immer vortheilhaft, die Räder auf eine, oder auf mehrere, mit dem Damme parallele Linien zu legen.

Jedes Rad hat ein besonderes Gerinne, welches mit einer besondern Oeffnung in dem Damme in Verbindung steht. An dem einen seiner Enden bringt man die Schütze und den Abfall an, wenigstens wenn nicht örtliche Verhältnisse eine andere Lage zweckmässig machen.

Die Art und Weise des Dammbaues hängt von einer Menge von örtlichen Umständen ab; es wird hinreichend seyn, die gewöhnlichsten Fälle zu untersuchen.

Wenn die Hüttensohle vor dem Damme in gleicher Höhe, oder nur etwas niedriger, als die Sohle des Stausumpfes liegt, so vertieft man diesen letztern, und eine nur wenig starke Mauer von Bruchsteinen und Wassermörtel ist gewöhnlich hinreichend, um das Durchsickern des Wassers zu verhindern und um die Fundamente der Maschinen in der Hütte dagegen zu sichern. Zuweilen wird die Mauer durch eine Böschung von Kalk und Sand ersetzt, allein eine solche Einrichtung ist weniger zweckmässig, als eine Mauer.

Wenn dagegen die Hüttensohle weit tiefer, als die des Stausumpfes liegt, so muss man einen vollkommen dichten Damm aufführen, der im Stande ist, den ganzen Wasserdruck auszuhalten. Muss man in diesem Falle den Raum sparen, so führt man eine gute, wasserdichte Mauer auf, welche gehörig in den Boden eingelassen ist und deren Stärke wenigstens gleich der Hälfte der Höhe des Wasserstandes ist. Ist man dagegen nicht durch den Raum gehindert, so macht man die Mauer weit schwächer und verstärkt sie durch eine Erdaufschüttung, welche oben auf der Kappe 1 bis 1,5 Meter breit ist und nach Vorn zu eine Böschung hat, deren Stärke von der Beschaffenheit der angewendeten Erde abhängt. — Es ist stets sehr zweckmässig, zwischen der Mauer und der Erdböschung einen Damm von festgerammtem Letten, der eben so stark wie die Mauer ist, aufzuführen, indem dies stets eine bedeutende Sicherung gegen das durchdringende Wasser ist.

Die Seitendämme eines solchen Stausumpfes erfordern nicht soviel Vorsichtsmaassregeln, als der vordere Damm; es ist hinreichend, dieselben wasserdicht zu machen, und dies erreicht man ohne grosse Schwierigkeiten dadurch, dass man den Erddamm mit einer Lettenlage und zuweilen mit einer Lage von Wassermörtel bekleidet. Dies letztere Verfahren ist besonders zweckmässig, indem es die Nagethiere verhindert, Löcher in den Damm zu machen, durch welche Wasser verloren gehen kann.

Sammelteiche. — Bei der Anlage solcher Teiche muss man sich zuvörderst Rechenschaft von dem Wasservolume geben, welches die Hütte verbraucht, von dem, was durch die Verdunstung und durch Undichtigkeiten verloren geht, sowie auch von den Zuflüssen der Quellen und des Regenwassers.

Der Verbrauch der Hüttenräder kann sehr genau bestimmt werden, und ebenso kann man auch die Wassermengen messen, welche die Quellen geben; allein die andern Data der Aufgabe können nur annähernd bestimmt werden. — Um die Wassermenge, die von dem Regen erfolgt, schätzen zu können, muss man die Terrainoberfläche kennen, deren Wasser dem Behälter zuströmt, und ebenso auch die Höhe des Regens,

welche in den verschiedenen Monaten des Jahres fällt. Davon zieht man eine gewisse Menge, $\frac{1}{3}$ oder die Hälfte, ab, welche von dem Boden, je nach seiner verschiedenen Beschaffenheit, absorbirt wird, wogegen das Uebrige dem Teiche bleibt. In Frankreich gleicht die Wassermenge, welche im Durchschnitte jährlich fällt, einer Schicht von 0,54 Meter Höhe, wovon 0,28 Meter vom Mai bis November und 0,26 Meter vom November bis Mai fallen. In Deutschland werden die Verhältnisse im Allgemeinen nicht sehr verschieden seyn.

Die von der Verdunstung absorbirte Wassermenge hängt von der Oberfläche des Teiches ab, und gleichen Einfluss rechnet man auch dem Clima zu. Die durch Infiltration verloren gehende Menge hängt wesentlich von der Beschaffenheit des Bodens ab, auf welchem man den Sammelteich anlegt, sowie auch von den Vorsichtsmaassregeln, welche man zur Vermeidung dieser Verluste anwendet. Im Durchschnitte kann man die in 24 Stunden weggenommene Wassermenge einer Schicht von 0,025 Meter Stärke gleich erachten.

Mit Hülfe dieser Data berechnet man das Wasservolum, welches der Sammelteich enthalten muss, wenn die Hütte bei trocknen Jahreszeiten nicht ausser Betrieb gesetzt werden soll, annähernd.

Wir wollen, z. B., annehmen, es solle eine Hütte mit einem Holzkohlenhohofen mit einem Wasserrade betrieben werden, welches in der Secunde 400 Liter oder 0,40 Cubikmeter Wasser verbraucht, oder 1440 Cubikmeter in der Stunde, oder 34560 Cubikmeter in 24 Stunden, oder 1036800 Cubikmeter in 1 Monate. Die Wassermenge der Quellen ist 7 Monate des Jahres hindurch gleich dem Verbrauche des Rades, allein während der übrigen Zeit nur gleich $\frac{2}{3}$ dieses Verbrauchs; das fehlende Drittel soll nun das atmosphärische Wasser geben. Man will nun den räumlichen Inhalt des Sammelteiches wissen.

Man kann als einen der ungünstigsten Fälle annehmen, dass während der 5 Monate, in denen die Quellen theilweise versiegen (Juni, Juli, August, September und October) es zwei giebt (Juli und August), in denen das atmosphärische Wasser sehr gering ist und kaum hinreicht, um den Verlust durch Infiltration und Verdunstung zu ersetzen. Es müsste demnach das in den vorhergehenden Monaten gefallene Wasser für diese Epoche aufbewahrt worden seyn, und der Teich müsste wenigstens den Ueberschuss des Verbrauchs über die Einnahme während dieser zwei Monate aufnehmen können, d. h., $\frac{2 \times 1036800}{3} = 691200$ Cubikmeter; allein der grössern Sicherheit wegen muss man dem Teich einen Inhalt von etwa 1500000 Cubikmetern geben. Nimmt man an, dass die Wassermenge, welche ihm von den benachbarten Abhängen zufliessen kann, gleich einer Schicht von 1 Decimeter Stärke sey (indem der Ueberschuss von Infiltrationen und Verdunstung absorbirt worden ist), so müsste ihm alles Wasser zufliessen können, welches auf einer Terrainoberfläche von $\frac{1500000}{0,10} = 15000000$ Quadratmetern oder 1500 Hectaren (3700 Acker) gefallen wäre. Dieses Wasser würde dem Teiche durch künstliche Rinnen, die nach den Linien des Gebirgsabhanges gezogen und sorgfältig unterhalten würden, zugeführt werden müssen. Den Oberflächeninhalt des Teiches würde man finden, wenn man seinen räumlichen Inhalt mit der Tiefe

dividirt. Wenn diese nun durchschnittlich 3 Meter betrüge, so würde sie $\frac{1,500000}{3}$ = 333333 Quadratmeter, oder 34 Hectaren (85 Acker) betragen.

Man sieht durch dieses Beispiel, dass, wenn die partielle Speisung einer Hütte durch das atmosphärische Wasser möglich, dieses Mittel doch immer das kostbarste ist, was man sich denken kann. Es ist wirklich nur dann anwendbar, wenn der Unterschied zwischen der Wassermenge des fliessenden Gewässers und dem Verbrauche der Räder sehr gering ist, und wenn Localumstände die Anlage grosser Teiche gestatten. Dies ist der Fall, wenn die ein Thal mit wasserdichter Sohle umgebenden Hochebenen schon an und für sich natürliche Behälter bilden, die man nur erweitern, reinigen und deren Füllung man nur durch Gräben begünstigen muss, oder auch, wenn man in einem sehr engen Thale ein wertbloses Terrain zu seiner Disposition hat. In diesem Falle kann mau sehr grosse Teiche dadurch erlangen, dass man den Damm quer durch das Thal legt.

Die Art und Weise, wie man bei der Anlage dieser Dämme verfährt, ist nach localen Umständen und nach ihren Dimensionen sehr verschieden. Ist Mauerwerk nicht kostbar, so führt man den Damm mit einer Mauer auf, welche durch eine Erdböschung verstärkt wird; ist aber, wie es gewöhnlich der Fall, das Mauerwerk theuer, so führt man ihn ganz aus Letten und Erde auf und bekleidet ihn auf beiden Seiten mit einer Mörtelschicht. Auf der Kappe giebt man ihm eine Breite, welche gleich der Hälfte seiner Höhe ist und regulirt die Böschung nach der Beschaffenheit der Erde.

Bei der Aufführung dieser Dämme muss man mit grosser Sorgfalt verfahren; man muss dazu die am Mehrsten wasserdichten Erden auswählen, welche in der Nachbarschaft vorkommen und sie in Schichten von 0,20 bis 0,25 Meter aufschütten und jede Schicht so feststampfen, dass sie bis auf $\frac{1}{3}$ oder bis auf die Hälfte ihrer Dicke reducirt wird. Die innere Böschung muss so viel, als möglich, aus Kalk und Sand und aus regelmässig aufgemauerten Steinen bestehen: die äussere Böschung kann auch ganz aus Erde bestehen, die man mit Rasen belegt, oder die man mit einer trocknen Mauer versieht; jedenfalls erfordert sie weniger Sorgfalt, als die innere Böschung.

Wenn diese Dämme sehr hoch sind, so ist ihr Gewicht bedeutend; man muss demnach die Breite ihrer Basis nicht allein nach der Beschaffenheit der Erde einrichten, aus welcher sie aufgeführt sind, sondern auch nach der Beschaffenheit des Bodens, auf welchem sie ruhen. Hauptsächlich muss man sich durch Bohrarbeiten vorher überzeugen, dass unter dem Damme keine Thonbänke vorhanden sind, weil dadurch Gleitungen oder Verschiebungen veranlasst werden könnten, welche die ganze Arbeit untauglich machen könnten und gegen welche Unfälle man sich vorher nur dadurch sichert, dass man den zusammendrückbaren oder beweglichen Boden wegnimmt, um den Damm anf einem festen Fundamente aufzuführen.

Es ist immer erforderlich, dass die Flügel des Dammes in Einschnitte in den Thalabhängen eingelassen werden, so dass sie dort Stützpuncte haben, wodurch ihre Festigkeit und ihre Stabilität verstärkt wird. — Ueberhaupt erfordern die Arbeiten dieser Art bei ihrer Ausführung die grösste Sorgfalt und Aufmerksamkeit, indem die geringste Vernachlässigung, welche scheinbar gar keine Nachtheile hat, die Existenz eines bedeutenden Baues gefährden kann. Das Ausströmen des Wassers aus den Teichen geschieht durch sogenannte **Grundzapfen**, oder **Striegel**, d. h., durch Gerinne, welche

durch den untersten Theil des Dammes gehen. Diese Gerinne bestehen entweder aus starkem Eichenholze, oder aus Stein, oder aus gusseisernen Röhren. Sind die Teiche bedeutend tief, so bringt man zuweilen zwei, oder selbst drei solcher Gerinne übereinander an, um auf diese Weise die Wirkungen eines zu starken Drucks bei dem Abflusse des Wassers zu vermeiden.

Wenn der Teich, ohne sehr bedeutend zu seyn, die Gewässer von einer grossen Bodenoberfläche aufnimmt' so kann es bei heftigen Gewittern oder bei sehr langdauerndem Regen der Fall seyn, dass er zu klein ist, um alles Wasser aufnehmen zu können, und dass dieses alsdann über den Damm laufen und denselben beschädigen muss. Man vermeidet Nachtheile dieser Art, wenn man an dem einen Flügel des Dammes sogenannte **Fluthgerinne** anbringt, um sich bei Fluthzeiten des überflüssigen Wassers schnell entledigen zu können. Die Sohle dieser Fluthgerinne legt man in einer gewissen Entfernung von der Kappe des Dammes, macht sie aber stets weiter, als tiefer und führt von ihnen einen Graben an dem Thalgehänge hin, um den Damm durch das Wasser nicht zu beschädigen. Man macht diese Fluthgerinne aus Holz oder aus Steinen und versieht sie an der Brustseite mit Schützen, um das Wasser nach Belieben ablassen oder stauen zu können.

Eine andere sehr zweckmässige Einrichtung, damit der Teich bei Fluthzeiten, oder wenn er voll ist, nicht mehr Wasser erhalte, als er abzuführen vermag, besteht in der folgenden: oberhalb des Teiches ist quer durch die Thalsohle ein Wehr mit Schützen und mit Rechen oder Gitter zur Abhaltung der Unreinigkeiten angelegt und von demselben ab längs dem Thalabhange, neben dem Teiche weg und bis über dessen Damm hinaus, ein Graben. In den erwähnten Fällen werden daher die Zuflüsse, wenigstens die thalabwärts und von dem einen Abhange längs des Teiches kommenden, gar nicht durch denselben, sondern um ihn herumgeführt.

Wassergräben oder Wasserleitungen.

Wir verstehen hierunter diejenigen Gräben oder Canäle, welche das Wasser von einem Teiche bis zu den Gerinnen der Wasserräder oder zu dem Wasserkasten führen; man hat zwei Arten derselben, offene und verschlossene.

Die **offenen Gräben** sind die gewöhnlichen, in denen das Wasser nur mit der Sohle und mit den beiden Seitenwänden in Berührung steht. Man macht sie gewöhnlich eben so breit, als das Rad ist, welches sie mit Wasser versehen; allein ihre Tiefe ist nach der Beschaffenheit des Rades verschieden. Bei unterschlächtigen Rädern ist die Tiefe gleich der Höhe des ganzen Gefälles; bei mittelschlächtigen ist es hinlänglich, wenn sie gleich der senkrechten Entfernung von dem Wasserstand bis zu dem Schwell des Schützes ist. Damit aber das Wasser eine geringere Geschwindigkeit annehme, indem dieselbe fast immer die Ursache eines grössern oder geringern Gefällverlustes ist, so richtet man die Tiefe im Verhältnisse zu der grössten Schützöffnung ein und macht sie mindestens 4 bis 5 Mal bedeutender. So giebt man bei einer Schützöffnung von 0,30 Meter dem Graben eine Tiefe von 1,20 bis 1,50 Meter und selbst noch mehr, wenn es möglich ist. Man ist in dieser Beziehung durch die Tiefe des Wassers in der Nähe des Dammes beschränkt, denn, wenn der Boden des Grabens niedriger wäre, als das Zapfengerinne des Teiches, so würde er bald von den sich darin bildenden Absätzen in gleiche Höhe mit jenem gebracht werden. Da der Schwell

von dem Schütze höher liegt, als der Boden des Grabens, so muss jener den Schlamm natürlich aufhalten, und auf diese Weise dringt er nicht bis zum Rade.

Bei einem oberschlächtigen Rade ist die ganze Tiefe des Grabens auf der Höhe des Gefälles genommen, und um dieses nicht zu vermindern, ist es vortheilhaft, die Tiefe so gering, als möglich, zu nehmen. Man muss die Einrichtung so treffen, dass sie bei dem niedrigsten Wasserstande wenigstens gleich der doppelten Höhe von der Wasserschicht sey, welche auf das Rad fällt.

Die offenen Gräben oder Wasserläufe sind gewöhnlich massiv, und wenn es die Localität erfordert, so bedeckt man ihn mit einem so hohen Gewölbe, dass die Widerlagen die Flüssigkeit nicht berühren. Die Verbindung des Grabens mit dem Damme muss mit Sorgfalt bewirkt worden seyn; die Backen des Wasserlaufs sind mit den Dammmauern verbunden, und ihre Sohle ist gegen Auswaschungen durch eine Reihe von Pfählen oder Quadersteinen gesichert. Die Sohle des Grabens besteht aus einer Pflasterung mit Kalk und Sand, die auf eine Mörtelschicht gelegt worden ist. Man bringt an dem Wasserlaufe ein eisernes Gitter an, um solche schwimmende Körper abzuhalten, welche der Schaufelung der Räder nachtheilig seyn könnten. Auch muss stets ein Schütz vorhanden seyn, um das Wasser gänzlich abschliessen zu können.

Die Wasserläufe oder Gerinne für die oberschlächtigen Räder, welche gewöhnlich bedeutend über der Hüttensohle liegen, würden sehr kostbar werden und sehr viel Platz erfordern, wenn man sie massiv machen wollte, wesshalb sie gewöhnlich aus Holz oder Gusseisen bestehen und von einem hölzernen oder gusseisernen Gerüste getragen werden. — Die gusseisernen Gerinne sind den hölzernen weit vorzuziehen, indem sie eine weit grössere Dauer haben und sich weit leichter dicht halten lassen. — Man muss eine bedeutende Sorgfalt auf die Verbindung dieser Rinne mit dem Damme, da, wo das Wasser aufgefangen wird, verwenden, damit zwischen der Mauerung und den Gerinnwänden kein Wasser entweiche. Die einfachste Vorrichtung ist die, die in der Mauer gemachte Oeffnung mit Quadersteinen zu bekleiden und alsdann die Wände des Gerinnes mit den Steinen durch Bolzen zu verbinden, indem man zwischen die beiden Körper, — den Stein und das Gusseisen, oder den Stein und das Holz, — entweder Eisenkitt, oder einen guten hydraulischen Mörtel bringt.

Der Querschnitt der Wasserläufe und Gerinne muss so berechnet seyn, dass das Wasser darin eine zweckmässige Geschwindigkeit annehmen muss, um das Rad ohne ein Sinken des Wasserstandes zu speisen. In den ältern Hütten mit hölzernen Gerinnen ist diese Vorsicht gewöhnlich unberücksichtigt gelassen; und es folgt daraus oft ein beträchlicher Verlust des Gefälles.

Verschlossene Leitungen. — Man darf diese Art von Leitungen nur dann anwenden, wenn örtliche Verhältnisse die Anlage von offenen Leitungen nicht gestatten, da ihre Construction kostbar ist, und da sie wegen des geringen Durchschnitts, den man ihnen aus haushälterischen Bedingungen giebt, fast immer einen bedeutenden Gefälleverlust veranlassen.

Die verschlossenen Leitungen haben im Allgemeinen den Zweck, zwischen einem Hauptteiche und einem Stausumpfe über einem Wasserrade eine Verbindung herzustellen, deren Niveau unter dem des Wassers in beiden Behältern liegt; — so dass die obere Wand der Leitung einer Wasserbelastung ausgesetzt ist, die gleich der senkrechten Entfernung dieser Wand von dem Wasserspiegel des Teiches ist.

Der Durchmesser der Leitung muss auf der ganzen Länge gleich seyn, und man vermeidet die üblen Wirkungen der Kniee, indem man ihnen grosse Krümmungshalbmesser giebt; diese Bedingung ist eine durchaus nothwendige.

Die Gestalt der Wasserleitungen ist mit der Beschaffenheit der Substanzen, aus denen sie bestehen, verschieden; allein wegen der leichtern Berechnung nehmen wir an, dass sie kreisrund sey, indem es leicht ist, den Durchmesser eines Kreises zu finden, der gleichen Werth mit einem rechteckigen oder polygonalen Durchschnitte hat, und dass die Formeln stets hinreichend genaue Resultate für die gewöhnlichen Fälle der Praxis geben. In den verschlossenen Leitungen bewegt sich das Wasser, sowie in den offenen Canälen nur durch denjenigen Theil seines Gewichts, der durch den Fall wirksam gemacht worden ist, oder durch einen gewissen Wasserdruck über ihrer obern Oeffnung; — und in einer geringen Entfernung von ihrem Anfange wird die Geschwindigkeit, statt sich zu beschleunigen, wegen des Widerstandes, den die Wände der Bewegung entgegensetzen, gleichförmig. Man begreift demnach, dass zwischen dem Wasserstand in den beiden Behältern ein stets um so merklicher Unterschied herrschen muss, je geringer der Querschnitt, und je bedeutender die Länge der Leitung ist. Nennt man:

H den Unterschied des Wasserstandes;
Q die in der Secunde durchströmende Wassermenge;
L die Länge der Leitung;
D ihren Durchmesser;

so hat man: $$H = \frac{Q^2\,(L + 54\,D)}{431{,}39\,D^5}. \quad (18.)$$

Diese Niveaudifferenz oder dieser Gefällverlust, kann in vielen Fällen sehr beträchtlich seyn und die Triebkraft auf eine merkliche Weise vermindern, wesshalb es von Wichtigkeit ist, sie bei der Anlage der Leitungen zu berücksichtigen, Man müsste sie immer *a priori* bestimmen, um ihren Durchmesser zu berücksichtigen, indem man H einen um so geringern Werth giebt, je wichtiger die Erhaltung des Gefälles ist.

Der Durchmesser der Leitung lässt sich mittelst des Verhältnisses bestimmen:

$$Q^2\,L + 54\,D\,Q^2 = 431{,}39\,D^5\,H. \quad (19.)$$

Man kennt in demselben die zu liefernde Wassermenge, die Niveaudifferenz beider Behälter und die Länge L. Diese Gleichung lös't sich durch Versuche auf, indem man D successive Werthe giebt, bis dass man denjenigen gefunden hat, welcher der Aufgabe entspricht.

Wenn der Durchmesser im Verhältnisse zu der Länge der Leitung sehr gering seyn muss, welche letztere man als sehr beträchtlich annimmt, so erhält man eine hinlängliche Annäherung durch den Ausdruck:

$$D = 0{,}297\sqrt[5]{\frac{Q^2\,L}{H}}. \quad (20.)$$

Die Art der Construction der Leitungen ist mit der zu leitenden Wassermenge und mit dem Drucke verschieden, dem sie widerstehen müssen; dieser Druck muss stets als gleich dem einer Wassersäule betrachtet werden, welche zur Höhe die senkrechte Entfernung zwischen dem zu betrachtenden Punct der Leitung und dem Wasserstande in dem obern Behälter hat. Wenn demnach diese Höhe 2, 3, oder 5 Meter

beträgt, so wird der Druck auf das Quadratmeter 2000, 3000 oder 5000 Kilogramme betragen.

Wenn das Wasservolum beträchtlich und der Druck gering ist, so macht man die Leitung gewöhnlich aus Mauerwerk; sie besteht alsdann ganz einfach aus einem Wasserlaufe, dessen Wände gehörig in Cement gesetzt sind, und deren Gewölbe dick genug seyn muss, um ein Gewicht darzustellen, welches wenigstens 3 oder 4 Mal stärker ist, als der gegen das Gewölbe ausgeübte Druck. Da die Dichtigkeit des Mauerwerks die doppelte von der des Wassers ist, so geht diese Regel dahin, dem Gewölbe eine fast gleiche Stärke zu geben, als der Niveauunterschied zwischen der innern Wölbung und dem Spiegel des Behälters.

Bei stärkerem Drucke und geringern Wassermengen müsste man die Leitung stets aus gusseisernen Röhren machen, allein man ist zuweilen wegen der Kostbarkeit genöthigt, sie aus Holz zu machen; eine Leitung dieser Art ist gewöhnlich quadratisch, und man fertigt sie aus guten eichenen Bohlen von 0,08 bis 0,15 Meter Dicke an, die im Innern und Aeussern getheert und in geringen Entfernungen voneinander durch hölzerne Klammern und durch eiserne Bolzen miteinander verbunden sind. Eine solche hölzerne Leitung muss sehr sorgfältig gearbeitet seyn, wenn kein Wasser verloren gehen soll, auch muss sie so angebracht seyn, dass Reparaturen leicht sind. Ist eine solche Leitung unterirdisch, so veranlasst sie grosse Kosten, denn man muss sie alsdann in eine gewölbte Rösche bringen, die für Menschen zugänglich ist. — Jedoch dürften Anlagen dieser Art selten seyn, denn sowohl wegen der bedeutenden Kosten, als auch örtlicher Umstände wegen, wendet man sie nicht an; im Allgemeinen gräbt man diese Leitungen ganz einfach in die Erde ein.

Geht aber die Leitung über dem Boden weg, so legt man sie auf ein hölzernes Gerüst und bedeckt sie mit einem kleinen Dache, um sie gegen Unbeständigkeiten der Witterung zu schützen.

Die gusseisernen Leitungen werden hauptsächlich für grosse Entfernungen, für starken Druck und für geringe Wassermengen angewendet. Sie bestehen aus cylindrischen Röhren, die durch Kränze oder durch Muffe miteinander verbunden sind; ihre Dauer ist fast unendlich, und die Verluste können leicht vermieden werden. Die Kosten sind bedeutend, wie man aus den folgenden Tabellen ersehen kann.

Tabelle über das Material zu einer gusseisernen Leitung.

(Vierzig Verbindungen auf 100 Meter).

D rchmesser der Röhren.	Gewicht des laufenden Meters.	Verbindung mit Muffen.		Verbindungen mit Kränzen.			
		Getheertes Seil zu den Fugen.	Blei zu den Fugen.	Blei zu den Fugen.	Gefettetes Leder zu den Fugen.	Bolzen zu den Fugen.	
						Anzahl.	Gewicht.
Met.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.			Kil.
0,15	46,85	0,41	4,08	2,98	2	4	1,23
0,20	63,42	0,55	5,48	4,10	2	4	1,23
0,30	99,55	0,85	8,51	7,75	2	6	2,82
0,40	139,90	1,20	11,96	10,71	2	8	5,50
0,50	184,10	1,58	15,80	13,12	2	10	9,58
0,60	232,39	2,00	20,03	15,53	2	12	13,30
0,70	284,87	2,47	24,67	17,94	2	12	13,30
0,80	341,44	2,97	29,70	20,34	2	14	23,66
0,90	402,39	3,51	35,12	22,75	2	16	34,56
1,00	467,99	4,10	40,95	25,16	2	16	34,56

Untergräben oder Ableitungscanäle. — Man nennt so die Gräben unter den Wasserrädern, welche das benutzte Wasser wiederum dem Flusse zuführen; sie müssen so angelegt seyn, dass das Wasser so rasch, als möglich, abfliessen kann; ihre Dimensionen dürften daher nie zu bedeutend seyn. Wenn ihre Länge nicht gross ist, so macht man sie söhlig und legt ihre Sohle in gleiche Höhe mit dem Flussbette, wohin sie auslaufen. Im entgegengesetzten Falle ist es vortheilhaft, einen anhaltenden Abhang, oder einen anhaltenden Fall von dem untern Theile des Rades bis zu dem Bette des Unterwassers vorzunehmen, wobei man jedoch dahin sieht, an diesem Puncte einen Vorsprung anzubringen, dessen Tiefe wenigstens das Dreifache von der Stärke der Wasserschicht hat, welche durch die Schaufeln des Rades geht. Die Breite des Untergrabens ist gewöhnlich gleich der des Grabens, jedoch ist es vortheilhaft, ihn so breit, als möglich, zu machen.

Diese Untergräben setzt man in Mauerwerk, wenigstens am obern Theile, weil die Bewegung des Wassers die Sohle oder die Wände von blosser Erde leicht zerstören würde. Zuweilen bedeckt man die Untergräben mit einem Gewölbe, jedoch muss man dabei berücksichtigen, dass bei Fluthzeiten das Wasser nie den Scheitel des Gewölbes erreicht. — Uebrigens ist der Bau dieser Gräben derselbe, wie der Bau der Obergräben; wenn sich das Mauerwerk bis zu dem Unterwasser ausdehnt, so muss die gemauerte Sohle durch eine Linie von Pfählen oder von fest verbundenen Quadersteinen geschützt werden.

Abfälle oder Fluther. — Dieselben haben hauptsächlich den Zweck, das Wasser bei Fluthzeiten ablaufen zu lassen, wenn der Ueberfall nicht hinreicht, um einen zweckmässigen Wasserstand zu erhalten. Man muss demnach ihre Dimensionen für eine bedeutende Wassermenge berechnen, welche die mittlere oft um das Zehnfache, Funfzehnfache und selbst noch mehr übertrifft. Sie sind am obern Ende des Ober-

grabens angelegt, welches die meiste Tiefe hat, damit man ihn, um ihn reinigen zu können, gänzlich entleeren könne. Bei den meisten Hütten sind diese Abfälle von Holz und im Allgemeinen schlecht eingerichtet, sie lassen viel Wasser fallen, was bei trocknen Zeiten ein grosser Nachtheil ist, und die Schütze lassen sich nur schwer bewegen. Aus dieser doppelten Rücksicht ist es offenbar unrichtig, so schlechte Einrichtungen anzuwenden, und es würde daher sehr zweckmässig seyn, dazu die Einrichtungen an den Schleusenthoren anzuwenden, welche hinlänglich wasserdicht und wohlfeil sind und sich leicht bewegen lassen.

Mit diesen Abfällen sind Gräben verbunden, die das Wasser entweder sogleich dem Flusse oder dem Untergraben zuführen. Es ist aber stets zweckmässig, diese letztere Verbindung nicht so nahe anzubringen, damit das aus dem Abfalle strömende Wasser nicht in den Untergraben zurücktrete und Widerwasser für die Räder bilde.

Da die Tiefe des Wassers in der Nähe der Abfälle selten gleich der Höhe des Gefälles ist, so kann man diesen Canälen einen hinlänglich starken Fall von ihrem Anfangspuncte bis zu ihrer Vereinigung mit dem Strome geben; übrigens berechnet man ihre Dimensionen, die Breite und die Tiefe so, dass sie für alle Fälle und für das Ausströmen des stärksten Wassers ausreicht.

Dies sind die allgemeinen Einrichtungen, welche man zu einer zweckmässigen Benutzung der Menge und des Gefälles eines fliessenden Gewässers anwendet; sie sind, wie man sieht, äusserst verwickelt und folglich sehr kostbar.

Die Wasserwirthschaft bietet wirklich fast immer bedeutende Schwierigkeiten dar und hat grosse Arbeiten in ihrem Gefolge; die Kosten, welche sie veranlasst, sind weit bedeutender, als diejenigen, welche die Motoren selbst betreffen. — Wir reden hier nicht von den fortwährenden Streitigkeiten, von den zahlreichen Processen, zu denen die Benutzung der Gewässer die Veranlassung giebt, sowie von den ausserordentlichen Kosten, welche daraus hervorgehen. Im bessten Falle sind mit der Benutzung der Wasserkräfte stets zahlreiche Servitute und Verpflichtungen verbunden.

Wir fahren nun mit dem theoretischen und practischen Studium der Wasserräder weiter fort.

Theorie der Wasserräder.

Erklärungen. — Die Wasserräder oder hydraulischen Receptoren*) mit ununterbrochener Bewegung sind Maschinen, welche bestimmt sind, die von dem Falle einer gewissen Wassermenge erzeugte Kraft aufzunehmen und die senkrechte Bewegung des Wassers in eine regelmässige und ununterbrochene drehende Bewegung zu verwandeln.

Sie bestehen im Wesentlichen aus einem kreisrunden Kranze, welcher die Wirkung der Flüssigkeit aufnimmt und aus einer Welle mit Zapfen, mit welcher der Kranz durch Arme verbunden ist.

Das Wasser wird dem Radkranze entweder durch einen Schütz mit Wasserdrucke am obern Theile, oder durch einen Schütz mit Ueberfall zugeführt.

*) Wir wollen hier nur von denjenigen Wasserrädern reden, die gewöhnlich in den Eisenhütten angewendet werden.

Das Radgerinne ist derjenige Theil des Obergrabens, der zwischen dem Schütze und dem Untergraben liegt; in gewissen Fällen ist er kreisrund und umgiebt den Kranz vollständig.

Die Einrichtung des Kranzes, die des Schützes und Gerinnes sind die hauptsächlichsten Elemente zur Charakterisirung der Beschaffenheit eines Wasserrades.

Die von einer Flüssigkeit ausgeübte Kraft kann entweder ihrem Gewichte oder dem Stosse, welcher aus dem Falle dieses Gewichts entsteht, oder den Wirkungen der Centrifugalkraft zugeschrieben werden, und man kann in dieser Beziehung die Wasserräder in drei Kategorien theilen: die erste umfasst die, bei welcher das Wasser durch sein Gewicht wirkt, die zweite, wo es durch den Stoss und die dritte, wo es durch seine Centrifugalkraft wirkt. Da aber in den meisten Fällen, diese Wirkungen stets in veränderlichen Verhältnissen miteinander verbunden sind, so ist es weit einfacher und weit practischer, die Räder nach den Formen, welche man ihnen gewöhnlich giebt, zu classificiren.

Wir unterscheiden zuvörderst zwei Arten von Rädern: die senkrechten mit horizontaler Achse, die am Meisten angewendeten und die horizontalen Räder mit senkrechter Achse, wie die Turbinen.

Unter den Rädern mit horizontaler Welle unterscheiden wir:

1) Die unterschlächtiger Räder mit geraden oder mit krummen Schaufeln, in welchen das Wasser hauptsächlich durch seinen Stoss wirkt. Es sind dies die gewöhnlichen unterschlächtigen und die Poncelet'schen Räder.

2) Die Räder mit Schaufeln oder Zellen, die von einem Gerinne umschlossen sind und das Wasser durch Oeffnungen mit Druck aufnehmen, — bei denen das Wasser sowohl durch sein Gewicht, als durch seinen Stoss wirkt.

3) Die Räder mit Schaufeln oder Zellen, die von einem Gerinne umschlossen sind, und die das Wasser durch Schütze mit Ueberfall erhalten, — in denen das Wasser hauptsächlich durch sein Gewicht wirkt.

4) Die Räder mit Zellen, welche das Wasser entweder an ihrem Scheitel, oder unter diesem Puncte aufnehmen, vor oder hinter der Welle, — in denen das Wasser hauptsächlich durch sein Gewicht wirkt.

Unterschlächtige Wasserräder mit geraden Schaufeln und geradem Gerinne. —

Der Kranz dieser Räder besteht aus ebenen Schaufeln, die an Arme befestigt, welche ihrerseits in den Radarmen eingelassen sind; das Gerinne ist ganz gerade, ohne Absatz unter dem Rade; der Schütz ist senkrecht und liegt von den Schaufeln oft entfernt genug.

Unter den Bedingungen, unter denen diese Räder gewöhnlich bestehen, geben sie kaum 15 bis 20 Procent Nutzeffect; reducirt man aber den Spielraum zwischen dem untern Theile des Rades und dem Boden des Gerinnes auf etwa 1 Centimeter oder $\frac{1}{3}$ Zoll und sieht man dahin, dass die Schaufelung an den Seiten gänzlich umschlossen ist, so erhält man einen Nutzeffect von etwa 30 Procent.

Wenn man nennt:

P die mittlere Kraft, welche von dem Wasser der äussern Peripherie des Rades mitgetheilt wird, in Kilogrammen ausgedrückt;

v die Peripheriegeschwindigkeit des Rades;

$Q = Mg$ das in der Secunde verbrauchte Wassergewicht, oder das Product seiner Masse durch die Wirkung der Schwere;

H die Höhe des Gefälles;

V die H correspondirende Geschwindigkeit, so findet man:

$$Pv = Mv\,(V - v).$$

Da dieser Ausdruck ein Maximum wird, wenn man $v = \frac{V}{2}$ macht, d. h., die Geschwindigkeit des Rades gleich der Hälfte von der des Wassers, so sieht man, dass das Maximum des Nutzeffects dem Falle entspricht, in welchem die Geschwindigkeit des Rades gleich der Hälfte von der des Wassers ist.

Indem man in diesem Ausdrucke $v = \frac{V}{2}$ macht und M durch seinen Werth $\frac{Q}{g}$ ersetzt; V durch seinen Werth $\sqrt{2\,g\,H}$, so findet man:

$$Pv = \frac{QH}{2},$$

woraus man sieht, dass der Nutzeffect darin besteht, die Hälfte von der Grösse der verbrauchten Wirkung zu reproduciren. Bringt man nun in diesem Ausdrucke den durch die Erfahrung gefundenen practischen Coefficienten, so wird er:

$$Pv = 0{,}30\;QH. \quad (21)$$

Da der Nutzeffect, den man erhält, um so bedeutender ist, je grösser die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser auf das Rad gelangt, so muss die Schützöffnung die möglichst geringste Höhe zeigen, höchstens 0,10 bis 0,12 Meter, und die Oeffnung muss sehr nahe an den Schaufeln liegen; ein geneigter Schütz wird daher weit besser genügen, als ein gerader. — Der Spielraum in dem Gerinne muss so gering, als möglich, seyn, die Höhe der Schaufeln wenigstens drei Mal so gross, als die Oeffnung des Schützes und ihre Entfernung voneinander gleich der Höhe. — Es ist zweckmässig, ihnen eine Neigung von 20 bis 22 Grad zum Radius zu geben.

Anwendung. — Es soll ein Wasserrad mit einem Nutzeffecte von 10 Pferdekräften an einem Wasser von 2,10 Meter Gefälle angelegt werden.

Da dieses Rad nur 30 Procent geben kann, so muss seine Kraft berechnet werden für $\frac{10}{0{,}30} = \frac{750}{0{,}30}\,km = 2500$ Kilogrammmeter. Der Wasserverbrauch in Kilogrammen ausgedrückt, wird demnach seyn $\frac{2500}{2{,}10} = 1190$ Kil. oder Liter, d. h., 1,19 Cubikmeter in der Secunde. Nimmt man an, dass die Höhe der Schützöffnung 0,14 Meter sey, so wird der Wasserdruck auf die Mitte der Oeffnung $2{,}10 - \frac{0{,}14}{2} = 2{,}03$ Meter seyn; die entsprechende Geschwindigkeit V wird seyn $\sqrt{2\,g \times 2{,}03} = 6{,}32$ Met.; nennt man daher L die Breite des Schützes, so muss man in Folge der Formel (8), haben:

$$1{,}190 \text{ M.} = 0{,}67\;(L \times 0{,}14)\;6{,}32 \text{ M.}$$

daher

$$L = \frac{1,190 \text{ M.}}{0,67 \times 0,14 \times 6,32} = 2,01 \text{ M.}$$

Die Breite des Rades wird demnach etwa 2,20 Meter betragen, die Höhe der Schaufeln 0,14 × 3 = 0,42 Meter und die Peripheriegeschwindigkeit $\frac{6,32}{2} = 3,16$ Meter. Sein Durchmesser hängt von der Anzahl der Umgänge ab, welche es in der Minute machen muss; bezeichnet man diese Anzahl mit N, den Durchmesser durch $D = 2\,R$, das Verhältniss der Peripherie zum Durchmesser durch π, so hat man offenbar die Gleichung

$$v \times 60 = N \times 2\,\pi\,R,$$

daher $D = 2\,R = \frac{60\,v}{\pi\,N}$. (22)

Macht man $N = 15$, so folgt:

$$D = \frac{60 \times 3,16}{15 \times 3,14} = 3,98 \text{ M.}$$

Sehr selten findet man in den Hütten so breite Schaufelräder, als das hier berechnete ist; die Räder, welche man hauptsächlich zum Betriebe der Hämmer anwendet, sind im Gegentheile sehr schmal, weil man ihnen eine sehr bedeutende Schützöffnung von etwa 4 bis 5 Decimetern giebt. Ihr Nutzeffect ist alsdann sehr beschränkt, und die meisten von uns untersuchten geben nur 12 bis 15 Procent und zuweilen noch weniger.

Wir sahen, dass diese Räder unter den besten Bedingungen nur 30 Procent Nutzeffect geben können und da der der übrigen Räder, welche wir beschreiben werden, stets bedeutender ist, so rathen wir daher in keinem Falle die Annahme von Rädern mit geraden Schaufeln.

Räder mit krummen Schaufeln. Herr Poncelet hat bei den unterschlächtigen Rädern Veränderungen angebracht, die sich auf die Form des Kranzes und auf die des Schützes beziehen, wodurch man einen vortrefflichen Nutzeffect erlangt. Sie sind in vielen Fällen anwendbar und hauptsächlich, wenn sie rasch umgehen sollen. Der Kranz dieser Räder besteht aus krummen Schaufeln, welche zwischen 2, 3 oder 4 Felgen von gleicher Höhe eingeschlossen sind; der Schütz ist geneigt, so dass seine Oeffnung so nahe, als möglich, an den untern Schaufeln liegt. Das Gerinne umschliesst die Schaufeln unten an dem Rade genau, und es ist mit einem Absatze versehen, der etwas vor der Achse liegt und dessen Höhe gleich dem Zwei- oder Dreifachen von der der Wasserschicht ist.

Die Krümmung der Schaufeln hat den Zweck, den Stoss des Wassers zu vermindern, indem derselbe den Nutzeffect der Räder mit geraden Schaufeln so bedeutend vermindert. Betrachtet man wirklich einen Wasserstrahl, der gegen das untere Ende einer gekrümmten Schaufel stösst, so erhebt sich das Wasser im Innern längs dieser Wand, es verliert alle seine Geschwindigkeit und fällt ohne Stoss zurück.

Das Wasser, welches die Schaufel mit einer Geschwindigkeit von $V - v$ trifft, wird sich auf die Höhe $h = \frac{(V - v)\,2}{2\,g}$ erheben und wird mit derselben Geschwindigkeit vermindert um die des Rades, d. h., $V - 2\,v$, zurückfallen.

Nach dem Grundsatze der lebendigen Kräfte hat man:

$$M V^2 = 2 P v + M (V - 2 v)^2$$

daher

$$P v = \frac{M V^2 - M (V - 2 v)^2}{2}.$$

Da nun die grösste Wirkung stattfindet, wenn $V = 2 v$, oder $v = \frac{V}{2}$, so folgt:

$$P v = \frac{M V^2}{2} = Q H \quad (23)$$

d. h., der Nutzeffect ist gleich der Grösse der verbrauchten Wirkung, ein zweimal so grosses Resultat, als das für die Räder mit geraden Schaufeln erlangte.

Wenn man $v = \frac{V}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{2 g H}$ macht, so findet man für den Werth des gegen die Schaufeln ausgeübten Drucks:

$$P = 2 Q \sqrt{\frac{H}{2 g}}.$$

Wir haben gesehen, dass sich das Wasser in dem Rade zu einer Höhe $h = \frac{(V - v)^2}{2 g}$ erhebt; macht man nun $v = \frac{V}{2}$, so findet man:

$$h = \frac{V^2}{8 g} = \frac{2 g H}{8 g} = \frac{H}{4}.$$

Damit das Wasser nicht über das Innere des Rades hinausgehe, müssen daher die Schaufeln eine Höhe haben, welche wenigstens gleich $\frac{1}{4}$ des Gefälles ist. Diese Bedingung beschränkt die Anwendung der Räder mit krummen Schaufeln auf Gefälle, welche 2 bis 2,40 Meter nicht übersteigen, denn man kann die Höhe der Schaufeln nicht unbestimmt vermehren. Uebrigens ist ihr Nutzeffect bei den geringen Gefällen von 0,50 bis 1,60 Meter am Bedeutendsten; man giebt alsdann den Schaufeln eine Höhe, die gleich der Hälfte oder einem Drittel des Gefälles ist.

Construction der Schaufeln. — In der vorhergehenden Theorie wird angenommen, dass das Wasser in das Rad tritt, ohne einen Stoss gegen die Schaufeln auszuüben, und dass es mit einer Geschwindigkeit herausgeht, deren Richtung die entgegengesetzte von der der Schaufeln ist. Jedoch können diese beiden Bedingungen in der Praxis nicht realisirt werden, denn, um der letztern zu genügen, müsste sich die Curve tangentiell an die äussere Peripherie des Rades anschliessen, während die erstere dagegen erfordert, dass das erste Element der Curve im Verhältnisse zu dieser Peripherie geneigt sey. Die mittlere günstigste Einrichtung besteht darin, dem ersten Elemente der Curve eine Neigung von ohngefähr 24 Grad zur äussern Peripherie des Rades zu geben. — Im Allgemeinen construirt man die Schaufeln nach der folgenden Methode:

Es sey OA, Fig. 1 der anliegenden Tafel, der äussere Radius und OB der innere Radius des Kranzes, man macht $DAT = 24$ Grad, und man erhebt in A die Senkrechte AE; den Winkel EAH macht man $= 60$ Grad, und vom Durchschnittspuncte G macht man $GF = GA$; der Punct F ist das Centrum, von welchem man mit dem Halbmesser FA die Curve der Schaufel beschreibt.

Die Schaufeln sind auf der äussern Peripherie um eine Grösse voneinander entfernt, die fast gleich $\frac{3}{4}$ von der Stärke der Wasserschicht ist, welche in das Rad tritt; wenn man sie von Blech macht, so kann man sie weit näher aneinander legen, als die hölzernen.

Der Schütz der Räder mit krummen Schaufeln muss so geneigt seyn, dass, wenn seine Oeffnung so nahe, als möglich, an den Schaufeln liegt, das Wasser mit einer Geschwindigkeit dagegen stösst, welche nur sehr wenig von der verschieden ist, die von dem Gefälle herrührt. Dennoch giebt man dem Gerinne oft eine Neigung von $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{10}$, um dem Wasser die Geschwindigkeit wiederzugeben, welche es durch die Reibungen verlieren könnte. Die Breite des Gerinnes muss gleich oder etwas geringer, als die der Schaufeln seyn, und man bringt in den Seitenwänden ringförmige Vertiefungen an, um die Kränze aufzunehmen, welche die Schaufeln halten.

Man lässt dem Rade auf dem Boden und an den Wänden des Gerinnes so wenig, als möglich, Spielraum, ohngefähr nur 0,008 Meter. — Der Absatz des Gerinnes ist in einer Entfernung von 0,20 Meter von der Senkrechten angebracht, welche durch die Achse des Rades geht, und seine Kante ist mit dem niedrigsten Puncte des Gerinnes unter dem Rade mit einer Curve verbunden, welche concentrisch mit der Peripherie ist. Für den Abfall des Wassers ist es sehr wichtig, dass die Höhe der Kante des Absatzes über den Untergraben wenigstens 2 oder 3 Mal höher sey, als die Dicke der in die Schaufeln fallenden Wasserschicht, und dass derselbe Canal etwas breiter sey, als das Rad selbst.

Dies sind die allgemeinen Einrichtungen, welche man treffen muss, um einen guten Nutzeffect von den Rädern mit krummen Schaufeln zu erhalten. Wenn alle diese Bedingungen genau erfüllt sind, so kann man auf eine Wirkung von etwa 60 Procent rechnen; allein in den meisten Fällen kann man nur 50 bis 55 Procent annehmen.

Diese Räder werden jetzt sehr häufig angewendet, zuweilen auch bei Frischhämmern mit directer Bewegung; jedoch haben sie nicht den ganzen Erfolg gehabt, den man davon erwartete, indem sich ihr Nutzeffect bedeutend verändert, sobald man von den Bedingungen des Betriebes abgeht, welcher von der Theorie vorgeschrieben ist; dies geschieht aber in dem Falle, von dem wir sprechen, fortwährend, indem man die Geschwindigkeit des Motoren, nach den Bedürfnissen des Schmiedens, in jedem Augenblicke verändern muss.

Anwendung. — Es soll ein Rad mit krummen Schaufeln vorgerichtet werden, welches einen Nutzeffect von 10 Pferdekräften hat und zwar an einem Flusse mit 1,80 Meter Gefälle.

Nimmt man an, dass das Rad 55 Procent giebt, so muss es für $\frac{750}{0,55} = 1363$ Kilogrammmeter berechnet werden. Der Wasserverbrauch wird $\frac{1363}{1,80} = 757$ Liter seyn, d. h., 0,757 Cubikmeter in der Secunde.

Wenn die Schützöffnung 0,14 Meter ist, so wird der Druck auf die Mitte der Oeffnung 1,80 — 0,07 = 1,73 Meter seyn und die entsprechende Geschwindigkeit 5,83 Meter. Nach der Formel (10) hat man für den Oeffnungsdurchschnitt

$$S = \frac{Q}{0,80 \times V};$$

demnach wird die Breite des Schützes seyn:

$$L = \frac{0{,}757}{0{,}80 \times 5{,}83 \times 0{,}14} = 0{,}653 \text{ Meter.}$$

Man giebt den Schaufeln eine Breite von 0,70 Meter, eine Höhe von 0,50 Meter und legt sie etwa 0,20 Meter auseinander. — Da die Peripheriegeschwindigkeit des Rades $\frac{5{,}83 \text{ M.}}{2} = 2{,}91$ M. ist, so wird man für seinen Durchmesser haben, indem man annimmt, dass es 15 Umgänge in der Minute macht:

$$D = \frac{60 \times 2{,}91 \text{ M.}}{15 \times 3{,}14 \text{ M.}} = 3{,}70 \text{ M.}$$

Vergleicht man diese Resultate mit denen, welche wir durch die Berechnung für die Räder mit geraden Schaufeln erhalten haben, so sieht man, dass man für ein schwächeres Gefälle von 0,30 Meter dieselbe Kraft mit einem weit schmälern und einem weit niedrigern Rade erhält; es findet also dabei nicht allein eine Ersparung von der verbrauchten Wassermenge, sondern auch eine wesentliche Ersparung an Anlagekosten statt.

Zellen und Schaufelräder in einem runden Gerinne. — Die Theorie dieser beiden Arten von Rädern ist dieselbe, weil das Wasser in ihnen auf gleiche Weise, hauptsächlich durch sein Gewicht, wirkt.

Bei den Zellenrädern ist der Kranz auf den Seiten geschlossen, wie bei den Rädern mit krummen Schaufeln, er ist es auch auf dem Boden, so dass das zwischen zwei Schaufeln befindliche Wasser sich die möglich längste Zeit darin erhält.

Die Schaufelräder haben ebenfalls einen Boden, allein die Schaufeln sind, wie bei den unterschlächtigen Rädern ohne Schaufeln, am Arme befestigt; damit sich nun das Wasser in den Schaufeln erhält, muss das Gerinne sehr genau an den Seiten und an der Peripherie anschliessen.

Ebenso giebt man auch den Zellenrädern ein rundes Gerinne, wenn das Wasser nicht in einer bedeutenden Höhe einfällt.

Die Einrichtung des Schützes hängt von der Art und Weise ab, wie das Rad das Wasser aufnehmen muss; wir untersuchen die verschiedenen Fälle, welche sich darbieten können, weiter unten.

Wenn man für das Gewicht des Wassers, für seine Geschwindigkeit, für die des Rades etc. etc., die Bezeichnungen beibehält, welche wir schon angewendet haben; wenn man aber mit H die erzeugende Höhe der Geschwindigkeit V des Wassers bei seinem Einfalle auf das Rad bezeichnet, während H stets die Höhe des Gefälles darstellt, so wird:

MgH die ganze wirkende Menge des verbrauchten Wassers seyn:
$\frac{1}{2} M (V - v)^2$ die verloren wirkende Menge des Wassers;
$\frac{1}{2} M v^2$ die bleibende wirkende Menge;
und man wird als Nutzeffect Pv haben

$$Pv = MgH - \frac{M(V-v)^2}{2} - \frac{Mv^2}{2} = MgH - \frac{MV^2}{2} + Mv^2 + MVv.$$

Wenn man V^2 durch seinen Werth $2gH'$ substituirt:

$$Pv = Mg(H - H') + Mv(V - v).$$

Indem man $v = \frac{V}{2}$ macht, welches dem grössten Werthe von Pv entspricht, so wird dies:

$$Pv = Mg\,(H - H') + \frac{MV^2}{4}.$$

Wenn aber $V^2 = 2\,g\,H'$, so hat man

$$Pv = Mg\,\left(H\ \frac{H'}{2}\right). \quad (24)$$

Der Werth von Pv wird um so grösser seyn, je kleiner H' ist. Diese Räder geben demnach einen um so grössern Nutzeffect, je geringer die Geschwindigkeit des einfallenden Wassers ist. In der Praxis ist die untere Grenze H' etwa 0,20 Meter; es folgt daraus für das Rad eine Geschwindigkeit v, gleich 1 Meter oder die Hälfte von der des Wassers; es ist dies die geringste Geschwindigkeit, mit der man diese Motoren betreiben kann.

Es ist im Allgemeinen vortheilhaft, ihnen eine bedeutendere Geschwindigkeit zu geben, besonders wenn die Apparate, welche sie in Bewegung setzen, viel Umgänge in der Minute machen müssen, weil man alsdann ein zusammengesetztes Räderwerk vermeidet. Man kann sich übrigens Rechenschaft von der Grösse der Kraft, die man durch vermehrte Geschwindigkeit verliert, geben. Da das Wasser bei dem Austritte aus den Schaufeln eine Geschwindigkeit hat, welche gleich der des Rades ist, so verliert man am Gefälle im Verhältnisse zu dieser Geschwindigkeit. Wenn, z. B., das Rad mit 2 Meter statt mit 1 Meter Geschwindigkeit betrieben wird, welches letztere die unterste Grenze ist, so verliert man einen Theil des Gefälles, welches gleich der Differenz der erzeugenden Höhen dieser Geschwindigkeiten ist, d. h., 0,152 Meter bei einem Ueberschusse der Geschwindigkeit von 1 Meter; oder 0,407 für einen Ueberschuss von 2 Metern, wenn das Rad mit 3 Meter Geschwindigkeit betrieben wird.

Nachdem nun diese Grundsätze festgestellt sind, wollen wir sie auf die verschiedenen Arten von Schaufeln und Zellenrädern anwenden.

Schaufelräder in einem Gerinne. — Diese Räder sind für alle Gefälle anwendbar, für kleine und für grosse, vorausgesetzt, dass ihr Durchmesser ein solcher ist, dass sie das Wasser unter der Welle aufnehmen; im entgegengesetzten Falle muss man ohne Bedenken Zellenräder annehmen. Im Allgemeinen wendet man sie nur bei Gefällen an, die höchstens 3 bis 3,5 Meter hoch, und die auch nicht geringer, als 0,8 Meter sind; von dieser Grenze bis 1,50 Meter giebt man den Rädern mit krummen Schaufeln den Vorzug. Eben so können sie hauptsächlich bei Gefällen von 1,5 bis 3,5 Meter angewendet werden.

Wir sahen, dass es vortheilhaft sey, dem Wasser bei seinem Einfallen in das Rad eine geringe Geschwindigkeit zu geben. Es folgt daraus, dass die Schütze mit einem Ueberfalle aus dem theoretischen Gesichtspuncte denen mit einem Wasserdrucke vorgezogen werden müssen; allein in der Praxis ist die Frage eine ganz andere: 1) weil es oft unerlässlich ist, dem Rade eine grosse Geschwindigkeit zu geben; 2) weil der Wasserstand im Allgemeinen veränderlich ist, und weil das Wasser stets in einer solchen Höhe aufgenommen werden muss, dass das Rad auch bei dem niedrigsten Wasserstande betrieben werden kann. — Daher die Nothwendigkeit, das Wasser 0,60 und zuweilen 0,80 bis 1 Meter unter dem mittlern Wasserstande aufzunehmen.

Der Kranz der Schaufelräder besteht aus zwei oder aus mehrern Felgen, an denen die Arme befestigt sind, die den Schaufeln zur Unterstützung dienen; die Schaufeln sind unter etwa 25 Grad zu dem Halbmesser geneigt. Die Höhe der Schaufeln muss wenigstens das Doppelte von der der Wasserschicht betragen, welche sich auf das Rad bewegt; ihre Entfernung voneinander ist gleich der einmaligen oder anderthalbmaligen Stärke dieser Wasserschicht. Wenn das Rad oft in Widerwasser gehen muss, so nimmt man dieses letztere Verhältniss an, damit das Wasser leichter abfliessen könne.

Damit sich das Wasser zwischen zwei Schaufeln erhalten könne, muss man den sie trennenden Zwischenraum durch Bodenschaufeln oder durch Breter verschliessen, welche flach an den Felgen befestigt sind, daher Sackräder. Jedoch lässt man im Allgemeinen eine geringe, etwa 0,025 Meter breite Oeffnung zwischen zwei aufeinander folgenden Bodenschaufeln, um das Ausströmen der Luft zu erleichtern.

Das runde Gerinne (Kropfgerinne) und seine Seitenwände müssen die ganze Schaufelung mit einem möglichst geringen Spielraume umschliessen, der bei kleinern und leichtern Rädern etwa 0,006 und bei grossen 0,010 Meter beträgt. — Der Absatz muss wenigstens eben so tief seyn, als die Schaufeln hoch sind; seine obere Kante ist etwa 0,20 von der Senkrechten entfernt, welche durch die Achse des Rades geht.

Wenn der Schütz mit einem Ueberfalle versehen ist, so muss seine äussere Oberfläche dieselbe Curve haben, wie das Gerinne und die Schaufeln genau umschliessen. Gewöhnlich hat der bewegliche Schütz, den man niederlässt, um das Wasser auf das Rad gelangen zu lassen, an seiner obern Kante nur die Stärke der Bohle oder der gusseisernen Platte, welche ihn bildet, so dass das Wasser unmittelbar auf den Boden der Schaufeln fällt. Diese Einrichtung ist schlecht, weil sie Stösse hervorbringt, die man vermeiden muss; man vermeidet die Nachtheile theilweise dadurch, dass man den obern Theil des Schützes wenigstens eben so breit macht, als die Wasserschicht dick ist, und indem man ihr eine zu dem Rade geneigte Curve giebt, welche sich an die des Gerinnes schliesst. Ihre Form muss soviel, als möglich, mit der der Parabole übereinstimmen, welche das ausströmende Wasser zu beschreiben sucht. — Bei diesen Vorsichtsmaassregeln vermeidet man einen Theil von den Stössen, welche entstehen, und das Wasser füllt die Schaufeln gleichförmig und ohne Kochen.

Wenn an der Oeffnung Wasserdruck stattfindet, so ist der Schütz senkrecht und etwas von dem Rade entfernt; die Schwelle des Schützes, welche horizontal ist, steht mit dem runden Gerinne durch eine parabolische Curve in Verbindung, welche die Flüssigkeit ohne Stoss auf die Bodenschaufeln führt, wenn man nennt:

U die Geschwindigkeit des Wasserstrahls, der aus dem Schütze hervortritt;

x die Abscissen der Curve, gemessen auf einer Horizontale, welche durch den Punct der flüssigen Schicht geht, deren Geschwindigkeit gleich U;

y die senkrechten Ordinaten, von demselben Puncte ausgehend;

so hat man

$$y = \frac{g x^2}{2 U^2}. \quad (25)$$

Wenn man in dieser Gleichung nach und nach $x = 0{,}10,\ 0{,}20,\ 0{,}30$ Meter etc. macht, so findet man die entsprechenden Werthe von y und bestimmt die gesuchte Curve; wenn man eine Tangente zu dem Puncte zieht, wo sie die äussere Peripherie

des Rades trifft, so giebt seine Richtung die der Geschwindigkeit V an, mit welcher das Wasser auf die Schaufeln gelangt. — Um den Werth dieser Geschwindigkeit V zu erlangen, ist es hinreichend, zu der erzeugenden Höhe der Geschwindigkeit U die senkrechte Entfernung hinzuzufügen, welche zwischen dem Puncte des Zusammentreffens von dem Wasser mit dem Rade und dem Anfange dieser Curve liegt, — und die entsprechende Geschwindigkeit dieser ganzen Höhe wird die gesuchte Geschwindigkeit V seyn.

Der Nutzeffect der Räder mit geraden Schaufeln und mit Gerinnen übersteigt selten 60 Procent bei einem Ueberfalle und 0,55, wenn das Wasser an der Schützöffnung Druck hat.

Anwendungen. Es sollen die Dimensionen eines Schaufelrades bestimmt werden, welches eine Kraft von 50 Pferden hat, und welches an einem 3 Meter hohen Gefälle liegt.

Nimmt man an, dass das Wasser keine Veränderungen seines Standes erleidet, und dass das Rad nicht sehr schnell zu gehen braucht, so wenden wir einen Schütz mit Ueberfall an.

Da der Nutzeffect 0,60 ist, so muss der Wasseraufwand für $\frac{50 \times 75}{0{,}60} = \frac{3750}{0{,}60}$ $= 6250$ Kilogrammmeter berechnet werden. Der Wasserverbrauch wird $\frac{6250}{3{,}00 \text{ M.}} =$ 2083 Liter $=$ 2,083 Cubikmeter seyn.

Wenn die Höhe des Spiegels von dem Wasserkasten über dem Schwell des Ueberfalls 0,35 Meter beträgt, so findet man für die entsprechende Geschwindigkeit $U = 2{,}62$ Meter. Nach der Formel (12) hat man:

$$S = L \times 0{,}35 \text{ M.} = \frac{Q}{0{,}405\ U},$$

daher

$$L = \frac{2{,}083 \text{ C. M.}}{0{,}405 \times 2{,}62 \times 0{,}35} = 5{,}61 \text{ M.}$$

Die Breite des Rades wird demnach etwa 5,80 Meter betragen; der Punct, an welchem das Wasser das Rad erreicht, liegt etwa 0,08 Meter über der Schwelle des Schützes mit Ueberfall, das Wasser wird in die Schaufeln mit einer Geschwindigkeit gelangen, welche von der Höhe $H' = 0{,}35$ M. $+$ 0,08 M. $=$ 0,43 M. und $=$ 2,91 M. abhängt.

Der Theorie nach müsste die Geschwindigkeit des Rades $\frac{2{,}91}{2} = 1{,}45$ Meter seyn; allein man kann ohne grossen Verlust die von 1,80 Grad annehmen.

Der Durchmesser des Rades müsste wenigstens 6,50 Meter seyn, wenn das Wasser zweckmässig einfallen soll; es müsste demnach in der Minute eine Anzahl von Umgängen machen, welche bestimmt würden durch

$$N = \frac{60\ v}{\pi\ D} = \frac{60 \times 1{,}80}{3{,}14 \times 6{,}5} = 5{,}29.$$

Diese Umlaufsgeschwindigkeit ist ausserordentlich gering und es dürften wohl wenige Fälle vorkommen, in denen es vortheilhaft seyn könnte, ein Rad unter diesen Bedingungen anzulegen.

Wenn das Rad mit 1,80 Meter Geschwindigkeit betrieben und 2,083 Cubikmeter Wasser in der Secunde verbraucht werden, so wird die Höhe der Wasserschicht, welche auf das Rad fällt, gegeben seyn durch $h = \frac{2,083}{5,8 \times 1,8} = 0,20$ M., und wir geben den Schaufeln eine Höhe von 0,45 Metern und setzen sie 0,30 bis 0,33 Meter auseinander.

Wir wollen jetzt annehmen, dass der Schütz mit einem Wasserdrucke von 0,80 über dem Schwell vorgerichtet sey.

Der Wasserverbrauch wird für $\frac{3750}{0,55} = 6818$ Kilogrammmeter berechnet seyn und wird $\frac{6818}{3,00} = 2272$ Liter oder 2,272 Cubikmeter in der Secunde betragen.

Wenn man 0,25 Met. für die Schützöffnung annimmt, so wird das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 3,64 Met. ausströmen, welche von einer Höhe von 0,80 Met. — $\frac{0,25}{2} = 0,675$ Meter erzeugt worden ist, und in Folge der Formel (8) wird man haben:

$$L = \frac{2,272}{0,67 \times 3,64 \times 0,25} = 3,73 \text{ M.}$$

Die Breite des Rades wird 3,90 Meter seyn, der Durchmesser 6 Meter, die Anzahl der Schaufeln 48.

Wenn die horizontale Entfernung zwischen dem Schütze in der mittlern Höhe der Wasserschicht und der Radperipherie 0,50 Meter beträgt, so wird dieselbe Schicht das Rad in einem Puncte erreichen, der unter der Horizontalen liegt, welche durch die Mitte der Schützöffnung geht und dessen Entfernung durch die Formel (25) gegeben worden ist:

$$Y = \frac{g x^2}{2\, U^2} = \frac{9,8 \times (0,50)^2}{2 \times (3,64)^2} = 0,092 \text{ M.}$$

Die Geschwindigkeit V, mit der das Wasser an diesen Punct gelangt, wird von einer Höhe 0,675 + 0,092 = 0,767 herrühren und wird 3,88 Meter betragen.

Die Geschwindigkeit v des Rades müsste nach der Regel $\frac{3,88}{2} = 1,94$ Meter seyn, allein da diese Geschwindigkeit dem zu erlangenden Zwecke nicht entsprechen kann, so machen wir sie gleich 3 Meter, die alsdann mit einem Gefälleverluste verbunden ist, welcher gleich der Differenz der erzeugenden Höhen der Geschwindigkeiten 3,00 und 1,94 Meter ist, d. h, 0,46 — 0,19 = 27 oder etwa $\frac{1}{11}$ von dem ganzen Gefälle.

Man berechnet nach derselben Formel, allein indem man für U den Werth der Geschwindigkeit auf der Sohle des Schützes annimmt, die Ordinaten der Curve, mit welcher das Wasser in die Schaufeln fällt, die man in eine zweckmässige Uebereinstimmung mit dem runden Theile des Gerinnes bringt.

Da die Geschwindigkeit des Rades 3 Meter beträgt, so erhält das Wasser an seiner Peripherie eine Höhe $h = \frac{2,72 \text{ C. M.}}{3,90 \times 3,00} = 0,23$ M., und wir geben den Schaufeln eine Höhe von etwa 0,48 Metern.

Man hat für die Anzahl der Umgänge in der Minute:

$$N = \frac{60\ v}{\pi\ D} = \frac{60 \times 3{,}00\ \text{M.}}{3{,}14 \times 6{,}00\ \text{M.}} = 9{,}55\ \text{Umgänge.}$$

Wenn wir die Resultate, die wir in den beiden untersuchten Fällen erlangt haben, untereinander vergleichen, so finden wir:

	Verbrauch in der Secunde.	Durchmesser des Rades.	Breite des Rades.	Geschwindigkeit in der Secunde.	Anzahl der Umgänge in der Minute.
Bei einem Schütz mit Ueberfall .	2083 Lit.	6,50 M.	5,80 M.	1,80 M.	5,29
Bei einem Schütz mit Wasserdruck	2272 —	6,00 —	3,90 —	3,00 —	9,55

Demnach erhalten wir, bei einer Vermehrung des Wasserverbrauchs von 2272 — 2083 = 189 Liter in der Secunde, ein schmaleres und weit leichteres Rad mit einer grössern Geschwindigkeit bei der Annahme der zweiten Einrichtung. Daraus folgt auch weiter eine grosse Verschiedenheit in den Anlage- und in den Unterhaltungskosten.

Zellenräder. — Diese Räder lassen sich selten bei Gefällen von weniger als 2 Meter anwenden und bei Gefällen über 3,50 Meter sind es fast die einzigen, welche angewendet werden können.

Nach der Höhe des Gefälles und nach dem Durchmesser des Rades, fällt das Wasser entweder auf der Seite unter oder über der Achse, oder am Scheitel ein; man nennt die erstern Räder mittelschlächtige und die letztern oberschlächtige. Im erstern Falle und hauptsächlich, wenn das Gefälle und der Raddurchmesser gering sind, wendet man ein rundes oder Kropfgerinne an; im zweiten Falle, und hauptsächlich bei grossen Rädern (die über 6 Meter Durchmesser haben), lässt man diese Einrichtung gewöhnlich unberücksichtigt.

Die Art und Weise der Wasserzuführung durch Schütze mit Ueberfall oder mit Wasserdruck hängt, wie bei den Schaufelrädern, von der Geschwindigkeit ab, welche man durch das Wasser erreichen will, dessen Stand beständig, oder veränderlich seyn kann.

Der Durchmesser des Rades hängt zu gleicher Zeit von der Anzahl der Umgänge, welche das Rad machen und von der Kraft, mit der es wirken soll, ab. Demnach nimmt man, mit Ausnahme des Falles, in welchem man wegen eines hohen Gefälles, durchaus einen grossen Durchmesser haben muss, für geringe Leistungen gern kleine Räder an, weil alsdann ihr Gewicht und ihre Anlagekosten im Verhältnisse mit ihren Wirkungen stehen.

Als untere Grenze des Durchmessers von Rädern dieser Art kann man annehmen, dass ein Rad von 10 bis 15 Pferdekräften, zur Benutzung eines Gefälles von 2 bis 4 Metern, nicht weniger als 3 bis 3,5 Meter Durchmesser haben muss. Für bedeutendere Kräfte kann man den Durchmesser nach und nach bis 6, oder 6,5 Meter erhöhen, und diese Dimensionen sind noch für Gefälle zwischen 4 und 7 Metern zweckmässig. Bei Gefällen über 7 Meter nimmt man stets oberschlächtige Räder, und ihr Durchmesser hängt alsdann gänzlich von dem zu benutzenden Theile des Gefälles ab. Selten nur wendet man Räder von 8 bis 10 Metern Durchmesser an; auch sind Gefälle dieser Art nicht häufig.

Der Nutzeffect der Zellenräder ist im Allgemeinen bedeutender, als der der Schaufelräder; bei grossen Gefällen und Geschwindigkeiten, welche 1 bis 1,60 Meter nicht übersteigen, kann man leicht 70 bis 75 Procent Nutzeffect erreichen. Bei grössern Geschwindigkeiten erhält man höchstens 65 Procent; zuvörderst, weil das Gewicht des Wassers weniger gut benutzt wird; dann, weil wegen der sich an der Radperipherie entwickelnden Centrifugalkraft das Wasser weit schneller aus den Schaufeln oder Zellen herausfällt. Um diesen letztern Nachtheil möglichst zu vermeiden, umgiebt man den untern Theil der schnell umgehenden Räder stets mit einem Kropfgerinne oder einem Mantel.

Der Kranz der Zellenräder besteht aus zwei oder mehrern runden Ringen, die am Boden geschlossen sind und die Schaufeln zwischen sich enthalten, welche mit dem Boden die Zellen oder Sackschaufeln bilden, welche das Wasser aufnehmen müssen.

Ihre Einrichtung muss so seyn, dass das Wasser darin so lang, als möglich, bleibt, wenn das Rad in Bewegung ist.

Die Form der Zellen ist nach der Höhe des Kranzes verschieden, und dieser hängt wiederum von der Stärke der Wasserschicht ab, welche sich mit dem Rade bewegt, und die man wie bei den Schaufelrädern bestimmt. Die geringste Entfernung der Schaufeln voneinander muss in allen Fällen grösser seyn, als die Stärke der Wasserschicht bei ihrem Eintritte in die Zellen.

Bei den Kränzen von geringer Höhe, von 0,20 bis 0,28 Meter z. B., besteht die Schaufel aus zwei Theilen; bei denen von 0,40 bis 0,50 Metern macht man sie aus zwei oder aus drei Theilen, und in dem einen, wie in dem andern Falle kann man den Schaufeln eine runde Gestalt geben, wie bei den oben erwähnten Poncelet'schen Rädern. Der letztere Theil der Schaufel muss mit der Radperipherie einen so kleinen Winkel, als möglich, machen, der 30 bis 33 Grad nie übersteigen darf.

Bei einem Kranze von geringer Höhe kann man die Construction der Schaufeln A, B, C, A', B', C', Fig. 2 der anliegenden Tafel, anwenden, bei denen der Theil $AB = \frac{DC}{3}$; der Winkel BCT beträgt 30 Grad, die Entfernung von B zu B' muss nie geringer, als 0,30 bis 0,35 seyn, und BM muss stets die Stärke der Wasserschicht bei ihrem Eintritte in die Schaufeln übersteigen. Man nennt die beiden Theile der Schaufeln die gebrochenen Schaufeln, den Theil BC die Setzschaufel und den Theil AB die Kropf- oder Riegelschaufel.

Wenn man $EF = \frac{DC}{2}$ macht und den Winkel $FGT' = 25$ Grad, so kann man ebenfalls noch die Construction EFG annehmen, wobei das Wasser etwas länger in dem Rade bleibt, welche aber weniger Spielraum bei'm Einströmen der Flüssigkeit hat.

Bei einem sehr breiten Kranze, z. B., von 0,5 Metern, erhält man gute Resultate durch die Construction $QPNM$, bei welcher man hat $LO = \frac{LM}{2}$; $LO' = \frac{5}{6}\, LM$ und $NMT'' = 25$ Grad. Die weit einfachere Construction RSU ist nur bei Rädern anwendbar, deren unterer Theil mit einem Kropfgerinne versehen ist.

Um das Kochen des Wassers bei seinem Eintritte in die Schaufeln zu vermindern, erleichtert man das Ausströmen der Luft, indem man einige Löcher von 0,02 bis 0,03 Meter Durchmesser in dem untern Theile der Schaufel einbohrt, *AB*, *EF* oder *QP*. Diese Vorsichtsmaassregel ist nicht unnöthig.

Die Einrichtung des Schützes hängt von der Art und Weise ab, wie das Wasser im Verhältnisse zu dem Durchmesser des Rades diesem zugeführt wird. Die mittelschlächtigen Räder, welche das Wasser nicht über der Achse aufnehmen, und die folglich immer mit einem Kropfgerinne versehen seyn müssen, haben dieselbe Einrichtung des Schützes, sey er nun mit Ueberfall oder mit Wasserdruck, wie bei den unterschlächtigen Rädern.

Wenn das Wasser über der Achse und in dem Quadranten der Peripherie einfällt, der sich auf der Seite des Wasserkastens befindet, so muss der Schütz so eingerichtet seyn, dass das Wasser direct in die Schaufeln fällt, wie bei den Rädern mit blechernen Schaufeln auf Taf. 72.

Bei oberschlächtigen Rädern, denen das Wasser auf den Scheitel zugeführt wird, d. h., in die ersten Schaufeln des Quadranten der Peripherie, der nach dem Untergraben zu liegt, wird das Wasser durch sogenannte Schussgerinne geleitet, die an der Schützöffnung angebracht sind, und denen man stets eine gewisse Neigung giebt; zuvörderst, damit sie das Wasser so nahe, als möglich, auf die Radperipherie führen und dann auch, um ihm die Geschwindigkeit wiederzugeben, welche es durch seine Reibung an den Wänden dieser Schussgerinne verliert. Ihre Breite am Ende ist etwas geringer, als die des Rades zwischen den Grenzen, und ihre Richtung muss so seyn, dass das Wasser leicht in dieselben einfällt.

Die Geschwindigkeit des Wassers am Ende des Gerinnes muss man nothwendig kennen, um diejenige bestimmen zu können, die dem Rade ertheilt werden muss, sowie auch zur Bestimmung der Höhe der Wasserschicht. Da diese Schussgerinne gewöhnlich nur eine sehr geringe Länge haben, so findet man die Geschwindigkeit durch die nachstehende Formel:

$$U = \sqrt{2\,g\,(0{,}85\,h + h')}. \quad (26)$$

in welcher bezeichnet:

U die gesuchte Geschwindigkeit;

h die Höhe, mit welcher das Wasser durch die Schützöffnung ausströmt;

h' die Neigung des Schussgerinnes.

Kennt man diesen Werth, so ist es leicht, die Curve zu bestimmen, welche das Wasser beschreibt, wenn es den Wasserkasten verlässt, den Punct, wo es die Radperipherie trifft, seine Geschwindigkeit und den Durchschnitt an diesem Puncte. Man kennt demnach alle Elemente, welche zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Rades, von der Höhe und von der Entfernung der Schaufeln dienen.

Anwendungen. — Es soll ein Rad von 40 Pferdekräften an einem 6 Meter hohen Gefälle angelegt werden. Will man nun einen raschen Umgang haben, so muss man dem Rade einen geringen Durchmesser geben und einen Schütz mit Wasserdruck nehmen, der auf dem Scheitel ausgiesst, d. h., bei 0,70 oder 0,80 Meter über der Senkrechten, welche durch die Achse geht. Wenn man annimmt, dass die Höhe des Wassers in dem Kasten 0,60 Meter betrage, der Fall des Schussgerinnes 0,10 Meter und dass man 0,10 Meter durch das Spiel des Rades in dem Kropfgerinne verliere, so könnte sein Durchmesser 6,0 Meter — 0,80 Meter = 5,20 Meter nicht übersteigen.

Der Nutzeffect dieses Rades würde ohngefähr 65 Procent seyn; demnach würde der Wasserverbrauch berechnet für eine Kraft von $40 \times \frac{75}{0{,}65} = 4615$ Kilogrammmeter $= \frac{4615}{6} = 769$ Liter oder 0,769 Cubikmeter seyn.

Indem man die Schützöffnung auf 0,14 Meter bestimmt, wird der Wasserdruck auf die Oeffnung 0,60 — 0,07 Meter = 0,53 Meter und die entsprechende Geschwindigkeit 3,23 Meter seyn; seine Breite würde gegeben werden durch:

$$L = \frac{0{,}769}{0{,}67 \times 0{,}14 \times 3{,}23} = 2{,}54 \text{ M.}$$

Die innere Breite des Rades zwischen den Kränzen würde 2,70 Meter betragen; die Geschwindigkeit des Wassers am Ende des Schussgerinnes würde diejenige seyn, welche $0{,}85 \times 0{,}53 + 0{,}10 = 0{,}54$ M. oder 3,26 Meter entspricht. Wenn das Wasser die Schaufeln bei 0,08 Meter unter der untern Wasserschicht bei'm Ausströmen aus dem Schussgerinne erreicht, so wird das Wasser mit einer Geschwindigkeit einfallen, welche dem Druck von $0{,}54 + 0{,}08 = 0{,}62$ Meter entspricht, d. h., von 3,49 Meter. Die geringste Geschwindigkeit des Rades würde demnach 1,74 Meter seyn, allein man kann $V = 2$ Meter nehmen und die Anzahl der Umgänge $N = \frac{60 \times 2{,}00 \text{ M.}}{3{,}14 \times 5{,}20} = 7{,}35$ Umgänge. Die Breite des Wassers bei seinem Eintritte in die Schaufeln muss ohngefähr 2,60 Meter betragen, seine Stärke wird seyn:

$$E = \frac{0{,}769}{3{,}49 \times 2{,}6} = 0{,}085 \text{ M.}$$

Die geringste Entfernung der Schaufeln voneinander würde demnach etwa 0,12 Meter betragen.

Die Höhe des Wassers in dem Rade würde seyn $\frac{0{,}769}{2{,}70 \times 2{,}00} = 0{,}142$ M. und die Höhe des Kranzes 0,30 Meter. — Die Anzahl der Schaufeln würde etwa 48 betragen.

Wenn man zur Erreichung eines grössern Nutzeffects das Wasser mit einer geringern Geschwindigkeit einfallen lässt, so giebt man dem Rade einen Durchmesser von etwa 7 Rädern und lässt das Wasser auf der Seite, etwa 1,30 Meter unter dem Scheitel, unter einem mittlern Drucke von 0,30 Metern einfallen, wodurch eine Geschwindigkeit von 2,43 Metern erzeugt wird.

Da man in diesem Falle einen Coefficienten von 0,70 als Nutzeffect anwenden kann, so wird der entsprechende Wasserverbrauch seyn bei $\frac{40 \times 75}{0{,}70} = 4285$ Kilogrammmeter $= \frac{4285}{6{,}00} = 714$ Liter oder 0,714 Cubikmeter.

Man lässt das Wasser durch einen prismatischen Ansatz von ohngefähr 0,12 Metern einfallen, dessen Breite durch die Formel (11) abgeleitet wird:

$$L = \frac{0{,}714}{0{,}82 \times 2{,}43 \times 0{,}12} = 2{,}98 \text{ M.}$$

Die innere Breite des Rades wird 3,15 Meter seyn; seine Geschwindigkeit 1,40 Meter und die Anzahl der Umgänge in der Minute gleich $N = \frac{60 \times 1{,}40}{3{,}14 \times 7{,}00} = 3{,}84$; die Höhe des Wassers in dem Rade wird seyn $\frac{0{,}714}{3{,}15 \times 1{,}40} = 0{,}16$ M.; die Höhe des Kranzes 0,35 Meter; die Anzahl der Schaufeln 64.

Die Mittheilungen, welche wir über die Theorie der senkrechten Räder gemacht haben und die ihnen folgenden Anwendungen scheinen uns hinreichend für die Fälle zu seyn, welche sich in der gewöhnlichen Praxis darbieten, und wir wollen nun jetzt zur Untersuchung der horizontalen, oder der sogenannten Kreiselräder übergehen.

Von den Kreiselrädern oder Turbinen. — Man versteht im Allgemeinen unter der Benennung Turbinen oder Kreiselräder alle horizontalen Räder, deren gewöhnlich gekrümmte Schaufeln sich durch den Stoss, das Gewicht oder die Centrifugalkraft eines Wasserstrahls bewegen.

Man hat die Räder dieser Art schon seit längerer Zeit und unter verschiedenen Benennungen gebraucht, allein die Einrichtung war schlecht und der Nutzeffect gering, so dass ihre Anwendung eine beschränkte blieb. Erst 1827 trat der Franzose Bourdin mit einer wesentlichen Verbesserung dieser Motoren auf und wies gute Resultate von denselben nach. Sein Apparat besteht aus einem Cylinder, welcher das Wasser am obern Theile aufnimmt und es am entgegengesetzten Theile ausströmen lässt, nachdem es auf Schaufeln von gewundener Oberfläche, die an der äussern Peripherie angebracht worden sind, gewirkt hat. Die Schaufeln bilden mit der obersten Basis einen Winkel von 45 bis 50 Grad und mit dem Boden einen Winkel von 15 bis 20 Grad; sie nehmen das Wasser durch einen Schütz auf, dessen Einrichtung den grössten Einfluss auf den Nutzeffect des Motoren hat.

Herr Fourneyron, Schüler des Herrn Bourdin, hat diese Turbinen durch Räder mit gekrümmten senkrechten Schaufeln ersetzt, von denen man sich einen Begriff machen kann, wenn man sich denkt, dass ein Rad mit gewöhnlichen gekrümmten Schaufeln horizontal hingelegt worden sey. Das Wasser, welches durch ebenfalls senkrechte Curven, die in einem festen innern Cylinder angebracht worden sind, seine Richtung erhalten hat, gelangt durch die innere Peripherie zu den Schaufeln und strömt durch die äussere Peripherie des Rades aus. — Der feststehende Cylinder ist an seiner äussern Peripherie, die so nahe, als möglich, an der innern Peripherie der Schaufelung liegt, mit Oeffnungen versehen, die sich mittelst Scheidern, welche sich senkrecht zwischen den Leitcurven bewegen, nach Belieben geöffnet oder verschlossen werden können; diese Scheider bilden den Schütz des Rades. Diese Motoren, welche sich auf Gefälle von verschiedener Höhe anwenden lassen, können im Widerwasser und mit sehr verschiedenartiger Geschwindigkeit angewendet werden, ohne dass dadurch ihr Nutzeffect, der ohngefähr 55 bis 65 Procent beträgt, wesentlich davon verändert würde.

Seitdem sind die Kreiselräder von verschiedenen französischen und deutschen Maschinenbauern verändert und verbessert worden, allein es würde zu weit führen, wollten wir hier auch nur die wichtigsten dieser verschiedenen Veränderungen namhaft machen, sondern wir verweisen in dieser Beziehung auf Professor Rühlmann's Werk über die horizontalen Wasserräder (Chemnitz 1839) und, in Beziehung auf die neuern Verbesserungen derselben, auf die von dem Bearbeiter dieses Werks redigirte Zeit-

schrift für Mechaniker, Maschinenbauer etc. (Weimar bei dem Verleger dieses Werks seit 1844).

Die Kreiselräder sind jetzt hauptsächlich bei den Mahlmühlen angewendet worden, weil daraus eine sehr einfache Bewegungsmittheilung erfolgt; aus einem entgegengesetzten Grunde werden sie nur sehr wenig bei dem Eisenhüttenwesen angewendet, indem die Maschinen bei denselben fast alle eine horizontale Rotationsbewegung haben. Aus diesem Grunde entwickeln wir auch die sehr complicirte Theorie der Turbinen ebenso wenig, als dass wir eine vollständige Beschreibung davon geben. Auch müssen sie stets in einer guten Maschinenfabrik angefertigt werden.

Die hauptsächlichsten Vortheile der Kreiselräder für Eisenhütten sind folgende:

1) Sie können im Widerwasser gehen, ohne einen bedeutenden Theil von ihrem Nutzeffecte zu verlieren, welcher daher proportional dem Gefälle bleibt.

2) Sie können sehr rasch gehen, vorausgesetzt, dass ihre Peripheriegeschwindigkeit stets die Hälfte der Geschwindigkeit übersteigt, welche von der Höhe des Gefälles herrührt.

3) Bei hohen Gefällen, bei denen die senkrechten Räder wenig anwendbar sind, veranlassen sie eine grosse Ersparung in den Anlagekosten.

Bei gewöhnlichen Gefällen dagegen sind sie kostbarer, als die senkrechten Räder und haben demnach keinen bessern Nutzeffect.

Construction der Wasserräder.

Die Construction der Wasserräder umfasst drei Theile: die Räder, die Schützen und die Gerinne, welche wir nacheinander untersuchen wollen.

Von den Rädern. — Man unterscheidet bei den Wasserrädern drei Theile: den Kranz, dessen Einrichtung die Art des Motoren characterisirt, die Arme und die Welle, welche beide in keiner Beziehung zu der Wirkung stehen. — Ehedem wurden die Räder ausser den Wellzapfen gänzlich aus Holz angefertigt; jetzt werden sehr häufig neben dem Holze oder auch ausschliesslich Guss- und Stabeisen dabei angewendet.

Wir wollen hier drei Arten von Kränzen betrachten, die Schaufelkränze, die für gekrümmte Schaufeln und die für Zellen.

Schaufelkränze. — Der Kranz eines Schaufelrades besteht aus drei Theilen: aus den Felgen, aus den Stelzen und aus den Schaufeln.

Die Felgen bestehen aus Holz oder aus Gusseisen und müssen eine der Kraft des Motoren, ihrer Entfernung voneinander und der der Arme, welche sie stützen, angemessene Stärke haben. Die hölzernen Felgen (Taf. 75) haben eine Stärke von 0,10 bis 0,18 Meter auf 0,17 bis 0,30 Meter Höhe; sie bestehen gewöhnlich aus ebensoviel Kranzstücken oder Segmenten, als das Rad Arme hat, und sie werden durch Verblattung und durch hölzerne Nägel miteinander verbunden.

Die Stelzen (*bracons*) sind in den Kranz eingelassen und durch kegelförmige Zapfen verbunden, welche durch den ganzen Kranz hindurchgehen und durch einen Nagel in demselben befestigt sind. Ihre Stärke hängt von der Höhe der Schaufel ab, und man macht sie 0,06 bis 0,10 Meter breit und 0,08 bis 0,12 Meter dick an der Basis und 0,04 bis 0,06 Meter am obern Ende.

Die Arme sind gewöhnlich mit dem Kranze verzapft und auf der Mitte einer Felge befestigt; allein zuweilen erfolgt die Verbindung der Arme und die der Felgen an einem und demselben Puncte, und man befestigt alsdann die drei Stücke entweder durch einen platten eisernen Bügel, welcher den Kranz umgiebt und mit den Armen verbunden ist, oder durch zwei Bänder von Flacheisen, welche auf den Seitenflächen der Felge angebracht und durch kleine Bolzen mit derselben verbunden sind. Besser ist es noch, die ganze Verbindung an den Seiten durch zwei Blechtafeln zu bedecken, welche durch starke Holzschrauben oder durch Bolzen befestigt sind.

Die Schaufeln werden aus eichenen Bretern von 0,025 bis 0,035 Meter Stärke angefertigt, welche durch zwei oder drei kleine Bolzen auf den Stelzen befestigt werden; über die letztern gehen sie stets 0,03 bis 0,05 und über den Kranz 0,10 bis 0,20 Meter hinaus; zuweilen befestigt man sie noch durch eiserne Stäbe (Taf. 75), welche sie nebst den Stelzen auseinander halten. Das Rad hat einen polygonalen Boden von Eichenbretern, welche an dem Kranze durch Holzschrauben befestigt worden sind. Damit die Luft gehörig entweichen könne, bleibt zwischen dem Bodenbrete und der Schaufel stets eine Entfernung von 0,025 bis 0,040 Metern.

Die Entfernung der Kränze voneinander beträgt 0,80 bis 1,30 Meter, sie wird durch runde eiserne Bolzen von 0,025 bis 0,035 Meter Durchmesser erhalten.

Zuweilen bestehen die Kränze aus Gusseisen und sind in diesem Falle aus Felgen von 0,025 bis 0,030 Meter Stärke (Taf. 75), auf 0,15 bis 0,30 Meter Höhe zusammengesetzt und mit Zapfenlöchern zur Aufnahme der Stelzen und der Arme versehen. Die Felgen sind entweder durch Verblattung, oder durch eine einfache Verbindung mit Rädern vereinigt. — Die Zapfenlöcher für die Arme und für die Stelzen sind so eingerichtet, dass sie seitwärts einen Keil und Bolzen aufnehmen. — Eine solche Einrichtung ist gut, allein sie veranlasst ein schwieriges Formen der einzelnen Theile, welches alsdann eine grosse Genauigkeit erfordert.

Als Beispiele führen wir auf Taf. 75, in Fig. 11, ein gänzlich hölzernes Blasrad, in Fig. 12 ein anderes Blasrad, welches aus Gusseisen und Holz besteht, und in Figur 13 und 14, Taf. 74 ein gänzlich eisernes Rad an.

Kränze mit gekrümmten Schaufeln. — Diese Kränze bestehen aus zwei Theilen, aus dem eigentlichen Kranze und aus den Schaufeln; sie bestehen entweder gänzlich aus Holz, oder aus Gusseisen und Blech, oder gänzlich aus Blech.

Die hölzernen Kränze bestehen gewöhnlich aus zwei übereinander liegenden eichenen Bohlen, deren Verbindungen mit denen der Arme wechseln. Ihre ganze Stärke wechselt von 0,07 bis 0,12 Meter nach ihrer Höhe und nach der Stärke der Schaufeln, und sie sind untereinander mittelst Holzschrauben verbunden, welche längs der Fugen angebracht worden sind (Fig. 1, Taf 75). Um die Arme mit den äussern Kränzen zu verbinden, schneidet man die äussere Bohle um $\frac{1}{4}$ ihrer Stärke ein, den Arm um $1\frac{1}{4}$ Bohlenstärke und verbindet die beiden Theile durch Bolzen mit versenkten Köpfen. Bei den mittlern Kränzen dürfen die Arme weder auf der einen, noch auf der andern Seite vorspringen; die Verbindung erfolgt demnach mittelst eines geraden Zapfens, oder mittelst eines Schwalbenschwanzes, der in ein Zapfenloch tritt, welches zur Hälfte in jede Bohle eingeschnitten ist. Der Zapfen darf daher nicht stärker, als eine Bohle seyn.

Die Schaufeln werden aus 0,020 bis 0,025 Meter starken Eichenbretern angefertigt, deren beide Enden in kreisförmige Nuthen von 0,025 bis 0,030 Meter Tiefe

die auf der innern Seite des Kranzes befindlich eingelassen sind. Da man die Schaufeln so dünn, als möglich, machen muss, um den Raum für das Wasser nicht zu vermindern, so muss man die Kränze nicht zu weit auseinander legen, oder jede Schaufel durch zwei oder drei eiserne Armaturen befestigen, welche ihren Stützpunct auf den Kränzen nehmen.

In allen Fällen müssen je zwei Kränze durch eiserne Stäbe von 0,020 bis 0,025 Meter Durchmesser fest miteinander verbunden werden, damit die Schaufeln in ihren Nuthen festsitzen.

Die Räder mit krummen Schaufeln, welche sich mit grosser Geschwindigkeit bewegen, werden sehr bald schadhaft, und man darf daher nichts vernachlässigen, um ihnen eine grosse Festigkeit zu geben. Zu dem Ende wendet man sehr häufig gusseiserne Kränze und blecherne Schaufeln an; diese letztern, welche durch Bolzen an Rändern oder durch 0,04 bis 0,05 Meter hervorstehende Ohren an dem Kranze befestigt werden, müssen eine Stärke von 2 — 5 Millimetern haben. — Hölzerne Arme würden sich nur schwierig mit einem Kranze dieser Art verbinden lassen, wesshalb man sie auch gern aus Gusseisen macht.

Wenn der Kranz von Gusseisen ist und die Schaufeln aus Holz bestehen, so können diese letztern zwischen Leisten an den Kränzen eingeschoben, oder an Ohren festgeschraubt werden.

Um diesen Rädern ein geringes Gewicht, verbunden mit einer grossen Festigkeit zu geben, kann man auch die Kränze und Schaufeln aus Blech und die Arme aus Schmiedeeisen anfertigen. Die Kränze bestehen alsdann aus Blechsegmenten von 7 Millimeter bis 1 Centimeter Stärke, welche durch Niete miteinander verbunden und mit Winkeln versehen sind, die ebenfalls festgenietet worden und auf denen man die Schaufeln festschraubt. — Die eisernen Arme sind an dem Kranze rechtwinklig eingeschnitten und durch Bolzen mit versenkten Köpfen, oder durch Niete mit denselben verbunden.

Fig. 1 u. 2, Taf. 75 zeigen ein Rad mit hölzernen Kränzen und Schaufeln, wogegen die Fig. 5 ein Rad mit blechernen Kränzen und Schaufeln zeigt.

Kränze mit Zellen. — Bei diesen Rädern werden die Kränze aus Holz oder aus Gusseisen angefertigt, die Schaufeln aus Holz und zuweilen aus Blech.

Die hölzernen oder gusseisernen Kränze werden auf dieselbe Weise eingerichtet, wie bei den Rädern mit gekrümmten Schaufeln, und die Schaufeln werden auf dieselbe Weise befestigt. Die Breter, welche die Schaufeln bilden, wenn die Kränze aus Holz bestehen, müssen mit ihren Enden in die Felgen eingelassen seyn; an gusseiserne Kränze werden sie dagegen durch Ohren an denselben befestigt. — Blecherne Schaufeln können nur bei Kränzen von Gusseisen oder Blech angewendet werden.

Als Beispiele dieser Arten von Räder führen wir Fig. 1, 2, 19 und 20, Tafel 74 an, welche gusseiserne Kränze und hölzerne Schaufeln zeigen und Fig. 4 u. 5, mit gusseisernen Kränzen und blechernen Schaufeln.

Von den Radarmen. — Die Arme eines Wasserrades bestehen aus Holz, aus Gusseisen, oder aus Schmiedeeisen. Alle hölzernen Kränze müssen Arme aus demselben Materiale haben; die gusseisernen haben entweder hölzerne, oder gusseiserne, oder schmiedeeiserne Arme.

Wir haben schon eine Verbindung der hölzernen Arme mit den Kränzen oder Felgen angegeben; wenn sie aus Gusseisen bestehen, so richtet man sie entweder wie

bei dem Rade, Fig. 13 und 14, Taf. 74, oder wie bei den Fig. 19 und 20 derselben Tafel ein. Ihre Dimensionen sind mit der Kraft des Rades, mit seinem Durchmesser und mit der Art der Leistung, welche es zu machen hat, verschieden. Ein Rad von etwa 25 bis 30 Pferdekräften, etwa 5 Meter Durchmesser, welches unter gewöhnlichen Bedingungen betrieben wird, braucht nur 6 hölzerne Arme von 0,20 Meter Breite und 0,10 Meter Stärke zu haben; wenn es aber Stössen unterworfen ist, wie, z. B., ein Hammerrad, so muss man diese Dimensionen verstärken, oder statt 6 Armen 8 anwenden.

Die gusseisernen Arme sind gewöhnlich nicht schwächer, als 0,025 bis 0,030 Meter in der Stärke und 0,15 bis 0,30 Meter in der Breite; man verstärkt sie durch Rippen, die um 0,05 bis 0,08 Meter hervortreten und die eine Stärke von 0,020 bis 0,025 Meter haben. Diese Stücke sind stets sehr schwer und vermehren das Gewicht, sowie die Anlagekosten der Motoren.

Es giebt verschiedene Arten der Verbindung zwischen den Armen und der Welle, allein die beste ist die, welche jetzt fast ausschliesslich angewendet wird, und die darin besteht, sie mit einem gusseisernen Kranze zu verbinden, welcher auf der Welle festgekeilt worden ist. Auf den Tafeln 74 und 75 sieht man Beispiele einer solchen Einrichtung. Der in dem Wellkranze befestigte Theil des Armes muss 1 bis $1\frac{1}{2}$ Mal länger seyn, als seine Breite beträgt, hauptsächlich, wenn er aus Holz besteht.

Will man das Rad noch fester machen, so verbindet man die Kränze mit den Wellkränzen durch eiserne Stangen von 2 bis 3 Decimeter Stärke, welche durch Schraubenmuttern festgehalten werden. Entweder gehen diese Stangen unmittelbar von einem Kranze zu dem entsprechenden Wellkranze und wechseln mit den Armen; oder sie befinden sich in derselben Ebene, wie der Arm und kreuzen sich zwischen den entsprechenden Armen zweier aufeinander folgenden Kränze.

Das Eisen kann auf zweierlei Weise bei der Construction der Arme angewendet werden; entweder sind es geschmiedete Stücke von flacher Form, welche ebenso angebracht werden, wie gusseiserne oder hölzerne Arme (Taf. 75, Fig. 5 etc.); oder das Eisen wird nur zu Bolzen und Zugstangen angewendet, wie in Fig. 1 etc. Tafel 74. Die anzunehmende Einrichtung hängt wesentlich von der Art und Weise der Bewegungsmittheilung des Rades ab. Wenn das Hauptzahnrad oder die Hauptverzahnung an einem von den Kränzen angebracht worden ist und gleichen Durchmesser mit dem Wasserrade hat, so findet die ganze Belastung an der Peripherie statt und man kann nur Zugstangen anwenden; wenn aber das Zahnrad auf der Welle befestigt ist und diese letztere als Zwischenmittel zwischen der Kraft des Wassers in den Schaufeln und dem Widerstande an den Zähnen dient, so müssen die Arme vollkommen steif seyn, und in diesem Falle können die Zugstangen nur zur Hülfe dienen. — Wendet man Arme in der Form von Zugstangen an, so müssen die Kränze nothwendig aus Gusseisen bestehen; dieses System wird hauptsächlich bei den Zellenrädern von einem grossen Durchmesser angewendet.

Von den Radwellen. — Die Wellen bestehen entweder aus Holz, oder aus Gusseisen, sehr selten nur aus Schmiedeeisen; die Zapfen bestehen stets aus Guss-, oder aus Schmiedeeisen *).

*) Wegen der Construction der Wellen und Zapfenlager verweisen wir auf ein vortreffliches Werk, welches in demselben Verlage, wie das vorliegende, erschienen ist, nämlich auf den Maschinenbauer von Le Blanc 1. S. 38 etc.

Um die Dimensionen dieser Stücke zu berechnen, muss man sich Rechenschaft von der Belastung geben, welche sie tragen, sowie von der Kraft, welche sie fortpflanzen. Da die Wellen fast immer cylindrisch sind und als ungleichförmig belastete Stücke angesehen werden können, deren beide Enden aufruhen, so wird man ihren Durchmesser durch die Formel berechnen:

$$D^2 = \frac{8\,PL}{R\,\pi} \quad (27),$$

in welcher man hat:

D, Durchmesser der Welle in Centimetern;

P, Gewicht des Motoren und des Wassers, welches er enthalten kann, in Kilogrammen;

$\pi = 3{,}1415$;

L, Länge der Welle in Centimetern.

Je nachdem das Stück nun aus Eichenholz, aus Gusseisen, oder aus Schmiedeeisen besteht, nimmt man:

$R = 60$ Kilogr.

$R = 560$ —

$R = 1200$ —

Wenn der Querschnitt des Stücks ringförmig wäre, so würde man haben, indem man bezeichnet:

D, den äussern Durchmesser;

D', den innern Durchmesser;

$$\frac{D^4 - D'^4}{D} = \frac{8\,PL}{R\,\pi}. \quad (28.)$$

Um diese Gleichung zu lösen, muss man D einen gewissen Werth geben und den von D' daraus folgern; $D - D'$ wird die Stärke des Ringes seyn.

Der Durchmesser der Zapfen wird nach empirischen Formeln berechnet, welche aus der Erfahrung der Maschinenbauer entnommen worden sind. Wenn die Welle mit einem Gewichte Q, in metrischen Centnern ausgedrückt, belastet ist, so findet man den Durchmesser in Centimetern durch die beiden nachstehenden Formeln:

Für das Gusseisen: $D = 3{,}2\,\sqrt[3]{Q}$ (29.)

Für das Schmiedeeisen: $D = 3{,}2\,\sqrt[3]{\frac{9\,Q}{14}}$. (30.)

Die Wellen sind den Wirkungen der Torsion unterworfen, welche von der mitzutheilenden Kraft abhängt; die Zapfen müssen daher nicht allein der Belastung, welche auf sie wirkt, widerstehen, sondern auch der Kraft, welche sie durch Drehung oder Torsion zu zerbrechen sucht; wenn man bezeichnet mit:

A, die Kraft des Rades in Kilogrammmetern;

N, die Anzahl der Umgänge in der Minute;

so hat man:

Für Gusseisen: $D^3 = 2{,}3\,\frac{60\,A}{N} = \frac{138\,A}{N}$; (31)

Für Schmiedeeisen: $D^3 = 2{,}3\,\frac{9}{14} \times \frac{60\,A}{N} = \frac{89\,A}{N}$. (32.)

Man muss in allen Fällen den Durchmesser in Beziehung auf das Gewicht und die Torsion berechnen und den stärksten von beiden Werthen annehmen, indem man etwa $\frac{1}{8}$ für die Abnutzung hinzufügt.

Die Länge der Zapfen muss wenigstens um $\frac{1}{5}$ mehr betragen, als ihr Durchmesser; dies ist die Regel, welche man gewöhnlich befolgt. Jedoch ist es im Allgemeinen vortheilhaft, dieses Verhältniss zu übersteigen, weil, wenn der Druck auf einer grössern Oberfläche vertheilt ist, das Oel oder das Fett weit leichter zwischen die Pfanne und den Zapfen dringen. Wir sind der Meinung, dass man ihnen eine Länge von fast 1,5 des Durchmessers geben müsse, besonders wenn sie aus Schmiedeeisen bestehen.

Die nachstehende Tabelle kann zur Bestimmung der Zapfendurchmesser, nach dem Gewichte, welches sie zu tragen haben, dienen:

Tabelle über die Zapfendurchmesser der Wasserräder.

Ganze Belastung der Zapfen.	Durchmesser der Zapfen.		
	Von Gusseisen.	Von Schmiede-eisen. (Buchanan.)	Von Schmiede-eisen. (Tredgold.)
Kilogr.	Centim.	Centim.	Centim.
3,8	1	0,86	0,96
30,4	2	1,73	1,93
243,2	4	3,45	3,85
820,8	6	5,18	5,78
1945,6	8	6,90	7,70
3800,0	10	8,63	9,63
6566,4	12	10,36	11,56
10427,2	14	12,08	13,48
15564,8	16	13,81	15,41
22161,6	18	15,53	17,33
30400,0	20	17,26	19,26
40482,4	22	18,99	21,19
52523,2	24	20,71	23,11
66788,8	26	22,44	25,04
83417,6	28	24,16	26,96
102600,0	30	25,89	28,89

Hölzerne Wellen. — Diese Wellen, denen man gewöhnlich die Form eines regelmässigen Polygons von 8,10 oder 12 Flächen giebt, müssen stets aus dem besten, sehr trocknen und vollkommen gesunden Holze angefertigt werden. Wenn man sie nicht aus einem Stücke erhalten kann, so macht man sie aus vier Stücken, die man mit der grössten Sorgfalt vereinigt, und welche entweder durch die Wellkränze der Arme oder durch eiserne Ringe miteinander verbunden werden.

Bei kleinen Wellen, welche nur geringe Belastung tragen, wird der Zapfen aus Schmiedeeisen angefertigt und hat gewöhnlich die Form eines **T**, oder sie haben nur einen Arm (**_|**), von denen ein Theil in das Holz eingelassen ist, und welche durch eiserne Keile und Bänder festgehalten werden. — Bei starken Wellen macht man die

Zapfen aus Gusseisen und nimmt verschiedene Einrichtungen an (siehe das erwähnte Werk von Le Blanc, von denen die in Fig. 4, Taf. 75 abgebildete eine sehr zweckmässige ist, indem dabei der Zapfen, wenn er abgenutzt ist, sehr leicht ausgewechselt werden kann. Eine andere zweckmässige Einrichtung ist die in Fig. 20, welche keine so schwierige Bearbeitung erfordert und doch wenigstens ebenso sicher ist. In allen Fällen ist es wesentlich, dass die Zapfen an der Welle vor dem Abdrehen befestigt werden, weil es sonst gänzlich unmöglich seyn würde, sie beide in eine und dieselbe Achse zu bringen.

Das Verkeilen der Zapfen muss sehr sorgfältig geschehen, zuvörderst mit Keilen von sehr trocknem Eichen- oder Buchenholze, welche alle leeren Räume ausfüllen, welche man zwischen dem Gusseisen und dem Holze gelassen hat; dann mit sehr langen schmiedeeisernen Keilen, die sehr dicht nebeneinander eingetrieben werden.

Auch die Wellkränze für die Radarme werden mit derselben Aufmerksamkeit auf der Welle festgekeilt; ihr innerer Durchmesser muss den äussern Durchmesser der Welle um etwa 0,10 bis 0,12 Meter übertreffen, damit man wenigstens 0,05 bis 0,06 Meter Raum für die Verkeilung habe.

Gusseiserne Wellen. — Wenn das Gewicht eines Rades bedeutend ist (über 30 Tonnen), so ist es schwer, hölzerne Wellen anzuwenden, indem ihre Dimensionen zu bedeutend seyn würden; man muss alsdann gusseiserne Wellen anwenden. Man giebt ihnen gewöhnlich die Gestalt eines Cylinders, welcher da, wo die Armkränze aufgekeilt werden, verstärkt und zuweilen auch mit Längenrippen versehen ist (Fig. 4—13, Taf. 74). In diesem letztern Falle haben die Wellkränze eine ähnliche Form und sind mit hölzernen und eisernen Keilen befestigt; im erstern ist der Theil, welcher die Wellkränze aufnimmt, abgedreht, das Innere der Kränze ist ausgebohrt und sowohl Welle, als Kranz sind mit Schlüsselbahnen versehen, und die Befestigung erfolgt mit stählernen Schlüsseln.

Wenn man für sehr schwere und sehr breite Räder sehr haltbare Wellen haben will, welche zu gleicher Zeit möglichst leicht sind, so giebt man ihnen die Form eines hohlen Cylinders, an dessen Enden Zapfen von Schmiedeeisen angebracht worden sind. Diese Einrichtung ist ohne allen Zweifel die beste und die zierlichste, welche man überhaupt annehmen könnte.

Selten nur fertigt man Wasserradwellen aus Schmiedeeisen an; sie sind weit weniger steif, als die von hohlem Gusseisen und weit wohlfeiler. Auch glauben wir ihre Anwendung nur bei schweren Motoren von grossem Durchmesser und geringer Breite anrathen zu können, weil es sehr wesentlich ist, fast unbiegsame Wellen zu haben, hauptsächlich für Räder, die sich nur mit geringem Spielraume in runden Gerinnen von Quadersteinen bewegen.

Von den Schützen. — Schütze nennt man den Apparat, der zur Vertheilung des Wassers auf einem Wasserrade dient: er besteht stets aus zwei wesentlichen Theilen: der eine ist fest und hat eine Oeffnung mit einer in dem Verhältnisse zu dem Radkranze zweckmässig angebrachten Oeffnung; der andere ist beweglich und dient dazu, die Grösse dieser Oeffnung zu verändern, oder um sie dicht zu verschliessen.

Man unterscheidet zwei Arten von Schützen: die aufsteigenden und die fallenden; bei den erstern strömt das Wasser gewöhnlich unter einem gewissen Drucke aus, der bei der grössten Oeffnung des Schützes am Bedeutendsten ist; bei den übrigen entweicht das Wasser wie bei einem Ueberfalle.

Aufsteigende oder Schütze, welche aufgezogen werden müssen. — Wir unterscheiden davon zwei Arten, die geraden und die geneigten Schütze. Die erstern werden in sehr vielen Fällen angewendet, die letztern hauptsächlich bei den Rädern mit gekrümmten Schaufeln.

Man construirt die Schütze aus Holz und aus Gusseisen. Letztere sind den erstern weit vorzuziehen, hauptsächlich bei etwas bedeutendem Wasserdrucke, da sie sehr dauerhaft und leicht zu bewegen sind, und weil sie einen sehr dichten Verschluss geben.

Ein hölzerner Schütz besteht hauptsächlich aus einem Rahmen von Bohlen, welcher mit dem Gerinne, oder mit dem Wasserkasten fest verbunden ist, und der an seinem untern Ende eine Oeffnung hat, dessen Seitenränder auf der Wasserseite mit zwei Stücken Holz versehen sind, die einen Falz haben, in welchem der bewegliche Theil des Schützes oder der eigentliche Schütz eingelassen ist. Dieser besteht aus 0,03 bis 0,05 Meter dicken eichenen Bohlen, welche untereinander verbunden und an einem senkrechten Stücke befestigt sind, an der sogenannten Schützstange, welche zu der Bewegung dient. Sie ist zu dem Ende mit einer gusseisernen Zahnstange versehen, in welche ein Getriebe greift, welches auf einer eisernen Welle festgekeilt worden ist. Diese Welle ist ebenfalls mit einem Zahnrade versehen, welches mit einem andern Getriebe an einer Kurbelwelle in Eingriff steht. Dies ist die allgemeine Einrichtung, welche zur Bewegung aller Schützen dient; wenn sie zu schwer sind, so bringt man ein Gegengewicht an.

In gewissen Fällen, z. B., für die Schütze der Hammerräder, wendet man eine weit einfachere Methode an: man hebt die Schützstange mittelst eines grossen Hebels, dessen Ende im Bereiche der Hammerschmiede ist.

Fig. 1, Taf. 74 stellt einen senkrechten hölzernen Schütz mit zwei Zahnstangen dar, dessen Beschreibung in dem erklärenden Texte vorhanden ist.

Die senkrechten gusseisernen Schütze werden auf eine ähnliche Weise ausgeführt; Fig. 19 und 20, Taf. 74 und Fig. 12 und 13, Taf. 75 geben zwei Beispiele davon. Bei dem letztern unterscheidet man: 1) zwei Seitenplatten, die an den Wänden des Gerinnes befestigt sind; 2) die Schützplatte, die mit dem untern Theile des Mauerwerks befestigt und an den Seiten so an den Seitenplatten festgeschraubt ist, dass sie ein vollkommen festes Ganze bildet; das bewegliche Stück, welches in dem Falz an der festen Platte gleitet; es ist mit zwei Zahnstangen verbunden, welche in Getriebe an einer horizontalen Welle greifen.

Es ist sehr wesentlich, dass hinter diesen Zahnstangen Frictionswellen angebracht sind, so dass sie stets in ihrer senkrechten Stellung erhalten werden.

In einigen Fällen giebt man den Schützen eine runde Form, wie die der Räder; jedoch muss man, und kann man auch immer eine so kostbare Einrichtung vermeiden.

Die Fig. 1, Taf. 75 stellt einen geneigten hölzernen Schütz vor, welcher bei einem Rade mit krummen Schaufeln angewendet worden ist. — Die Ausführung dieser Schütze ist vielleicht etwas schwieriger, wie die der geraden, allein die Constructionsgrundsätze sind dieselben, als die schon entwickelten.

Fallende Schütze. — Die Schütze dieser Art werden wie alle andere bewegt; nur giebt man dem Rade das Wasser, indem man das bewegliche Stück senkt, während man in dem andern Falle es aufzieht.

Die Fig. 11, Taf. 75, zeigt eine solche Einrichtung von Holz; jedoch zeigt dieser Schütz den Fehler, zu nahe an dem Rade zu liegen, gegen dessen Boden das Wasser einen zu heftigen Stoss ausüben muss. Man würde diesen Nachtheil vermeiden, wenn man den obern Rand des Schützes mit einem gekrümmten Brete versähe, welches nach dem Profile des Wasserstrahls geneigt ist und das Wasser auf die Schaufeln und nicht gegen die Bodenbreter richtet. Das Princip dieser Einrichtung haben wir schon auseinandergesetzt.

Die Figg. 4 und 5 zeigen einen geneigten Schütz, durch welchen das Wasser auf das Rad mittelst Abtheilungen des festen Stückes gerichtet wird. Das bewegliche Stück ist mit Gegengewichten versehen, und das unten an der Zahnstange angebrachte Getriebe bewegt sich unter dem Wasser. Die Getriebswelle muss in diesem Falle durch die Wand des Wasserkastens gehen, welche, damit kein Wasser verloren gehe, mit einer Stopfbüchse versehen ist.

Eine andere Schützeinrichtung zeigt Fig. 13, Taf. 74; derselbe ist zu gleicher steigend und fallend, und man bewegt ihn nach der einen oder der andern Richtung, je nach dem Stande des Wassers in dem Obergraben.

Von den Radgerinnen. — Man unterscheidet zwei Arten von Gerinnen unter den Rädern, gerade oder horizontale, welche bei Rädern mit gekrümmten Schaufeln, bei unterschlächtigen und bei oberschlächtigen Rädern angewendet werden; und die bogenförmigen oder Kropfgerinne, welche hauptsächlich bei den mittelschlächtigen Rädern angewendet werden.

Die Gerinne bestehen immer aus Mauerwerk oder aus Holz, sehr selten nur aus Gusseisen.

Die horizontalen Gerinne bieten nichts Eigenthümliches dar; bei den unterschlächtigen Rädern müssen sie die Schaufeln vollkommen einschliessen, und zwar mit einem nur sehr geringen Spielraume, wenn sie aus Quadersteinen bestehen und mit einem etwas grössern, wenn sie aus Holz angefertigt sind. In allen Fällen muss man einen Absatz in gerader Linie mit der Achse des Rades anbringen, an welchem Puncte der Untergraben beginnt. — Ein gemauertes Gerinne erhält ein Bett von Wassermörtel, auf welchem man die Wangen mit gehauenen Steinen aufführt. Der Boden besteht ebenfalls aus Quadersteinen, die mit eisernen Klammern verbunden, und deren Fugen mit Cement ausgefüllt sind.

Wenn das Gerinne einen hölzernen Boden hat, so lässt man die Querschwellen in das Mörtelbett ein und befestigt die starken eichenen Bohlen mit Holzschrauben auf demselben. Es ist zweckmässig, die Schwellhölzer auch in die Backen einzulassen, und die Bohlen müssen auch in Fugen in die Wände eintreten.

Den Absatz haut man in Quadersteine ein. Die Fig. 12, Taf. 75 giebt ein Beispiel von einer solchen Construction.

Die Kropfgerinne werden ebenfalls aus Mauerwerk, oder aus Holz angefertigt. Im erstern Falle (Taf. 74, Fig. 13 und 14) wird das Gerinne aus Quadersteinen angefertigt, welche gewölbartig behauen sind, und welche auf einem guten Fundamente von Bruchsteinen liegen. Die Gewölbsteine sind in die Backen eingelassen und roh eingesetzt, worauf sie mittelst einer Schablone von dem Halbmesser des Rades, welcher nur um 0,01 bis 0,015 Meter grösser ist, auf der Stelle nach der Curve behauen werden. Die Curve, welche die Schützschwelle mit dem Kropfe verbindet, wird auf dieselbe Weise hergestellt. Die Fugen der Steine werden darauf sorgfältig verkittet

und, wenn es erforderlich ist, mit Klammern versehen. Es ist dies besonders sehr nöthig, wenn die Steine nicht gross sind und wenn der Wasserdruck bedeutend ist.

Hölzerne Kropfgerinne, von denen Fig. 19, Taf. 74 und Fig. 12, Taf. 75 Beispiele geben, bestehen aus hölzernen Schwellwerken, die auf dem Fundamente in eine feste Lage gebracht und von eichenen Bohlen bedeckt sind, die man dicht aneinander fugt. Diese Bohlen werden auf das Gerüst mit starken Schrauben befestigt und sind auch in den Backen des Gerinnes eingelassen. — Ein solches hölzernes Gerinne verursacht geringere Anlagekosten, als das steinerne, allein es muss mit grosser Vorsicht im Stande erhalten werden, indem die geringste Beschädigung grosse Nachtheile veranlassen könnte.

Dies sind die allgemeinen Grundsätze, welche bei der Anlage von Wasserrädern zur Richtschnur genommen werden müssen.

Wir beendigen das über diesen Gegenstand Gesagte mit einigen Betrachtungen über die zweckmässige Wahl eines Rades unter den verschiedenen Umständen, welche sich bei den Eisenhütten darbieten und reden alsdann noch kurz über die Anlagekosten.

Wahl eines Radsystems. — Die hauptsächlichsten Anwendungen der Wasserräder in den Eisenhütten sind die zum Betriebe der Hämmer, der Gebläse und der Walzwerke.

In den ältern Hütten werden die Hämmer direct von der Radwelle betrieben, welche demnach 20 bis 30 Umdrehungen in der Minute macht; wenn das Gefälle geringer ist, als 3,5 oder 4 Meter, so wendet man unterschlächtige Räder mit geraden Schaufeln an, welche 15—20 Procent Nutzeffect geben. Wenn aber das Gefälle bedeutender ist, so wendet man Zellenräder an, die oberschlächtig und unter sehr starkem Drucke wirken, jedoch ebenfalls nur einen sehr geringen Nutzeffect geben. — Dieses System ist sehr schlecht und darf nicht beibehalten werden. Wenn das Gefälle nur gering ist und man den Hebekranz durchaus auf die Radwelle bringen will, so muss man ein Rad mit gekrümmten Schaufeln wählen und es sehr fest bauen, indem es durch die Stösse des Hammers sehr bald beschädigt wird. Der mittlere Nutzeffect, den man in diesem Falle erhält, übersteigt selten 45 Procent.

Es würde immer zweckmässiger seyn, ein System mit Schwungrad und Vorgelege anzunehmen und das Rad in eine grössere Uebereinstimmung mit dem Gefälle, über welches man disponirt, zu bringen; der Motor wird alsdann gegen alle Stösse gesichert seyn und wird einen guten Nutzeffect geben. Die grösste Geschwindigkeit muss stets, und da die Geschwindigkeit unaufhörlich mit der Anzahl der Hammerschläge wechselt, um nicht zu bedeutende Schaufelbreiten annehmen zu müssen, immer wesentlich (etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$) die von der Theorie angegebene übersteigen. Man genügt auf diese Weise der doppelten Bedingung einer wohlfeilern Anlage und einer guten Benutzung des Wassers.

Die Blasräder, welche ununterbrochen und gleichförmig gehen, müssen so eingerichtet werden, dass sie weniger Reparaturen bedürfen und einen bedeutenden Nutzeffect geben. Wir rathen daher zu Schaufel- oder Zellenrädern von festem Baue, die langsam gehen und allen von der Theorie angegebenen Bedingungen genügen, um das Wasser, welches sie verbrauchen, gut benutzen zu können. Die Anlagekosten können in diesem Falle nur in geringem Betracht kommen; man muss vor Allem einen regelmässigen und ununterbrochenen Gang erhalten, die Unterhaltungskosten so gering, als möglich, machen, die Reparaturen und den Wasserverbrauch vermindern.

Die Walzwerksräder sind im Allgemeinen sehr kräftige Motoren, die mit regelmässigen Geschwindigkeiten gehen und sehr schnelle Bewegungen hervorbringen müssen. Nach diesen Daten rathen wir bei geringen Gefällen Räder mit gekrümmten Schaufeln anzunehmen und bei denen, die bedeutender, als 1,80 Meter sind, Schaufel- oder Zellenräder, deren von der Theorie angegebene Geschwindigkeit man etwa um $\frac{1}{4}$ übersteigt.

Uebrigens muss ihre Construction sehr fest seyn, und der Schütz muss sich mit Schnelligkeit bewegen, damit die Bewegungen des Rades so plötzlich, als möglich, gehemmt werden können.

Die **Kreiselräder** oder **Turbinen** werden, wie schon weiter oben bemerkt, bis jetzt nur sehr wenig bei den Eisenhütten angewendet; jedoch giebt es viele Fälle, in denen sie wirkliche Dienste leisten könnten. Sie sind hauptsächlich bei den Gebläsen und bei den Walzwerken, bei sehr veränderlichen und bei sehr hohen Gefällen anwendbar.

Kosten der hydraulischen Motoren.

Kosten für das Wasser. — Die Kosten, welche die Anlage eines Wasserrades verursachen, zerfallen in zwei Theile:

1) in den Ankauf der Triebkraft;

2) in die Construction des Motoren und seines Ober- und Untergrabens.

Die Kosten für die Triebkraft bilden ein sehr schwer zu schätzendes Element, indem es nicht allein nach den örtlichen Verhältnissen, sondern auch nach der Beschaffenheit des Gewässers selbst verschieden ist. Lässt man die Localverhältnisse unberücksichtigt, so kann man in Beziehung auf die Kosten, welche die eigentliche Wasserwirthschaft veranlasst, 3 Kategorien annehmen:

1) Die Gewässer mit hohen Gefällen, in gebirgigen Ländern, deren Bewirthschaftung wenig Schwierigkeiten hat und wenig Kosten verursacht.

2) Nicht schiffbare Gewässer mit mittlerm Gefälle und mittlerer Wassermenge. Sie können ohne Teiche, Wehre, Abfälle etc. nicht benutzt werden.

3) Die Gewässer mit geringem Gefälle, aber von bedeutender Grösse, die zur Schifffahrt benutzt werden, und von denen man das Wasser durch Canäle ableiten muss.

Es ist uns unmöglich, die Kosten, welche die Bewirthschaftung eines Gewässers in den drei erwähnten Fällen veranlasst, allgemein zu bestimmen. Wir können nur durch die Analogie darüber urtheilen, indem wir uns auf französische Verhältnisse beziehen. Ein Holzkohlenrohofen, der jährlich 1000 Tonnen Roheisen produciren kann, kostet mit seinem Gebläse, Gebäuden, Magazinen und Arbeiterwohnungen, etwa 200 bis 240000 Franken und verpachtet sich für höchstens 10000 Fr. jährlich. Das Wasser von einer mittlern Nutzkraft von 10 Pferden kann in diese Summe mit 2000, d. h., mit 200 Fr. auf die Pferdekraft, eingehen und stellt mit 5 Procent ein Capital von 4000 Fr. dar.

Diese Miethe von 200 Fr. jährlich auf die Pferdekraft würde an vielen Orten, wo viel Gefälle sind, die wenig und leicht benutzt werden können, sehr hoch seyn; allein andererseits würde sie in der Nähe grosser Städte, wo die Eigenthümer eines

Canals die Triebkraft hoch halten, nur sehr gering seyn. In diesem letztern Falle steigt die Miethe auf die Pferdekraft oft auf 4 oder 500 Fr. und selbst darüber.

Im Durchschnitte kann man ein Gefälle ausserhalb Städten, wenn es gering ist, auf 1500 Fr. auf die Pferdekraft, und wenn es bedeutend ist (60—80 Pferdekräfte), auf 1000 Fr. schätzen.

Kosten des Motoren. — Die Kosten für das Rad hängen wesentlich von der Beschaffenheit der zu seiner Construction angewendeten Materialien, von der Höhe des Gefälles, von der Länge der Gräben und Gerinne und von einer Menge anderer Umstände ab, welche man unmöglich auf eine allgemeine Weise auffassen kann. Wir wollen uns daher begnügen, einige Beispiele aufzuführen, welche einiges Anhalten gewähren.

1) Unterschlächtiges Rad von 60 Pferdekräften.

Dieses Rad, von 6 Meter Durchmesser und 5 Meter Breite, ist an einem 2,5 Met. hohen Gefälle angebracht: der Schütz, die Kränze, die Wellkränze und die Zapfen bestehen aus Gusseisen; die Welle, die Arme, die Stelzen und die Schaufeln aus Holz.

Man hat die folgenden Materialien angewendet:

Für den Schütz:	Gusseisen	5632 Kil.	6135 Kil.
	Schmiedeeisen	483 —	
	Rothguss	20 —	
Für das Rad:	Gusseisen	10581 —	12583 —
	Schmiedeeisen	2002 —	
	Holz	9770 —	
Ganzes Gewicht des Rades		22353 Kil.	
Ganzes Gewicht der Metalle			18718 Kil.

Dieses Rad hat, mit Inbegriff der Modelle des Zusammenarbeitens, der Arbeitslöhne und der Nebenkosten aller Art, etwa 17000 Fr., d. h., 285 Fr. auf die Pferdekraft gekostet. Der Obergraben und der Untergraben haben grösstentheils auf einer Strecke von 70 Metern Quadersteinmauerung und sind zum Theil gewölbt. Diese Gräben sind unter ungünstigen Umständen vorgerichtet und haben schwierige Fundamentbaue erfordert; ihre ganzen Anlagekosten haben sich daher auf 32000 Fr., d. h., auf 530 Fr. für die Pferdekraft belaufen.

Die sämmtlichen Kosten auf die Pferdekraft betragen demnach 815 Fr.

2) Oberschlächtiges Rad von 10 Pferdekräften.

Dieses Rad, von 3,25 Meter Durchmesser und von 3,01 Meter Breite, liegt an einem Gefälle von 3,66 Metern und verbraucht ohngefähr 350 Liter in der Secunde; es besteht aus Folgendem:

Guss- und Schmiedeeisen, Zapfen, Zapfenlager, Wellkränze, Ringe und Bolzen		1459 Kil.
Holz: Welle von Eichenholz	1650 Kil.	5096 —
— Kränze	666 —	
— Schaufeln	1339 —	
— Boden	743 —	
— Arme	698 —	
Ganzes Gewicht		6555 Kil.

Dieses Rad hat 4745 Fr., oder 5045 Fr. mit den Aufstellungskosten, veranlasst, d. h., 504, 5 Fr. auf die Pferdekraft ohne Gerinne und Schütz. Mit blechernen Schaufeln kostete dasselbe Rad 6795 Fr. oder 673,5 Fr. auf die Pferdekraft.

3) Oberschlächtiges Rad von 15 Pferdekräften.

Dieses Rad, von 4,10 Meter Durchmesser und 2,92 Meter innerer Breite, wird von einem Gefälle von 4,54 Metern betrieben. Sein Anschlag lässt sich auf die folgende Weise aufstellen:

Gusseisen für die Kränze, Wellkränze, Arme und Verzahnungen	7147 Kil.	2144 Fr.	10 C.
Schaufeln und Boden von Blech . . .	2401 —	1440 —	60 —
Anfertigung der Schaufeln		305 —	95 —
Bolzen und Niete	558 —	837 —	00 —
Eiserne Stäbe	370 —	554 —	30 —
Verschiedenes Eisenwerk	773 —	441 —	18 —
Blei für die Fugen der Zellen	162 —	397 —	80 —
Bronzene Pfannen	14 —	56 —	00 —
Modellkosten		460 —	00 —
Gerüst zur Aufstellung		328 —	00 —
Feilen, Stahl, Splithe		346 —	06 —
Anstrich etc.		125 —	00 —
Anfertigung und Aufstellung		2260 —	00 —
Ganzes Gewicht	11425 Kil.		
Kosten		9695 Fr.	99 C.

Das heisst ohngefähr 10000 Fr. oder 666 Fr. auf die Pferdekraft, ohne Schütz und Gerinne.

4) Oberschlächtiges Rad von 12 Pferdekräften.

Der Durchmesser beträgt 12,35 Meter; die innere Breite 1 Meter; das Gefälle 12,80 Meter.

Eiserne Welle	430,00 Kil.
Gusseiserne Wellkränze	757,00 —
Verzahnung des Kranzes	1149,00 —
Verschiedene Beschläge etc.	500,00 —
Kränze, Schaufeln und Arme von Eichenholz	9165,00 —
Ganzes Gewicht	12001,00 Kil.

Dies Rad hat gekostet:

Gusseisen und Schmiedeeisen	3500 Fr.
Holz	3500 —
Summa	7000 Fr.

Das heisst ohngefähr 580 Fr. auf die Pferdekraft; wenn man es von Guss- und Schmiedeeisen construirt hätte, so würde es mehr, als das Doppelte gekostet haben.

5) Unterschlächtiges Rad mit ebenen Schaufeln von 25 Pferdekräften. Die Höhe des Gefälles beträgt 2,475 Meter; der Durchmesser des Rades ist 6,50 Meter; die Breite des Schützes am Ueberfalle 6,38 Meter.

Sein Gewicht ist das folgende:

Roh- und Schmiedeeisen:	Zapfen	396,00 Kil.
	5 Wellkränze	1250,00 —
	Eisenwerk	603,00 —
Holz:	Welle	3730,00 —
	40 Arme	1040,00 —
	5 Kränze	1160,00 —
	320 Stelzen	720,00 —
	320 Schlüssel etc.	320,00 —
	Schaufeln	5300,00 —
Ganzes Gewicht		14519,00 Kil.

Die vorstehenden Beispiele genügen, um einen Begriff von den Anlagekosten der Wasserräder zu geben: sie sind sehr verschiedenartig und hängen zum grossen Theil von den Nebenarbeiten ab. Es ist uns daher unmöglich, eine genaue Durchschnittszahl mitzutheilen; jedoch dürfen wir annehmen, dass bei gusseisernen und hölzernen Rädern, mit Schütz und Gerinne, die Kosten auf 800 Fr. auf die Pferdekraft für Räder von 10 bis 25 Pferdekräften, von 600 Fr. für die von 30 und von 400 Fr. für die von noch mehr Pferdekräften, geschätzt werden können, jedoch ohne die Kosten für die Wasserwirthschaft.

Dampfkraft.

Die Wasserräder sind nicht die einzigen in den Eisenhütten angewendeten Motoren, die Dampfmaschinen suchen sie einst fast gänzlich zu ersetzen; wir müssen demnach die allgemeinen Bedingungen ihrer Anwendung in der Metallurgie auseinandersetzen. Wir werden nacheinander die allgemeinen Charactere und die Eigenschaften des Dampfes, die Apparate zu seiner Erzeugung, die Art und Weise der Anwendung des Dampfes bei den Maschinen und die verschiedenen Formen dieser letztern untersuchen. Wir beschliessen diese Uebersicht, indem wir einige Data über die Wahl des Systems und über die Anlage- und Unterhaltungskosten der Dampfmaschinen mittheilen.

Eigenschaften des Dampfes.

Zustand der Körper. — Die Körper existiren in der Natur unter drei verschiedenen Gestalten: sie sind fest, flüssig, oder gasförmig. Einige von ihnen können hintereinander einen dieser drei Zustände annehmen. Das Wasser, z. B., zeigt sich bald in fester Gestalt, bald in flüssiger, bald endlich in gasförmiger oder als Dampf, den man als Triebkraft anwendet.

Aus dem physicalischen Gesichtspuncte unterscheidet man zwei Arten von Gasen: permanente, welche stets in diesem Zustande sich befinden, und nicht permanente, welche unter gewissen Einflüssen, wie Druck oder Temperatur, in den flüssigen oder festen Zustand übergehen können. Der Wasserdampf ist ein nicht permanentes Gas und von der Leichtigkeit, mit welcher es den Zustand, unter dem Einflusse der Temperatur wechseln kann, hängt zum Theil das Bequeme seiner Benutzung als Triebkraft ab.

Wirkungen der Wärme. — Der Wärmestoff ist in allen Körpern verbreitet und übt auf dieselben Wirkungen aus, welche mit ihrer Beschaffenheit verschieden sind. Die relativen Wärmemengen, welche sie bei gleichen Gewichtsmengen absorbiren, um ihre Temperatur um eine gleiche Anzahl von Graden zu erhöhen, ist das, was man ihre specifische Wärme nennt, oder ihre Wärmecapacität.

Wenn die des Wassers 1 ist, so hat man für die Luft 0,2669 und für den Wasserdampf 0,847.

Die Wärme dehnt alle Körper aus und verändert ihren physicalischen Zustand; unter ihrem Einflusse ist es, dass das Wasser in Gas oder Dampf verwandelt wird.

Die Gase dehnen sich bei jedem Temperaturgrade um 0,00375 ihres Volums gleichförmig aus; demnach wird das Volum einer gewissen Dampfmenge, wenn es bei einer Temperatur von 0 Grad 1 ist, bei einer Temperatur von 100° C. $1 + 0{,}00375 \times 100$, oder 1,375 seyn.

Jedesmal, wenn ein Körper seinen Zustand verändert, — z. B., aus dem flüssigen in den gasförmigen übergeht, oder umgekehrt, — wird er eine Wärmemenge absorbiren oder verlieren, welche keine Temperaturveränderung hervorbringt, welche folglich nicht von dem Thermometer angegeben wird, und welche man die latente Wärme nennt.

Wenn man Wasser in einem offenen Gefässe den Einwirkungen des Feuers aussetzt, so nimmt seine Temperatur bis 100° zu, an welchem Puncte es zu kochen anfängt und sich in Dämpfe auflös't. Aber über 100° hinaus nimmt die Temperatur nicht mehr zu, die absorbirte Wärmemenge wird latent und wird einzig zur Bildung des Dampfes benutzt. Eine ähnliche Wirkung zeigt sich bei der Schmelzung des Eises: unterwirft man eine gewisse Eismasse der Einwirkung eines Heerdes, so erwärmt sich das davon herrührende Wasser, solange noch Eis zu schmelzen bleibt, nicht, weil die ganze von dem Heerde entwickelte Wärme durch das Schmelzen des Eises absorbirt ist und als latente Wärme in demselben bleibt.

Dampfbildung. — Wenn eine Flüssigkeit in einer Luftleere oder in einem mit Luft angefüllten Gefässe der Einwirkung der Wärme unterworfen wird, so bildet sich unmittelbar Dampf in so bedeutender Menge und mit einer um so bedeutendern Spannung, je höher die Temperatur ist.

Solange als Flüssigkeit im Ueberschusse vorhanden ist, wechselt die Spannung genau wie die Temperatur: wenn diese zunimmt, so bilden sich neue Dämpfe; wenn sie sinkt, so verdichtet sich ein gewisser Theil und die Elasticität nimmt ab.

Bei einer und derselben Temperatur und bei verschiedenem Volum ist der Druck constant. Nimmt das Volum zu, so entwickeln sich neue Dampfmengen; nimmt sie ab, so ist die verdichtete Menge proportional der Raumverminderung.

Man sieht daraus, dass der Dampf, in Berührung mit einem Ueberschusse der Flüssigkeit, sey es nun in der Luftleere oder in einem mit Luft angefüllten Raume, einer mit der Temperatur veränderlichen Zunahme der Spannung, die stets im Verhältnisse mit dem gesättigten Raume steht, fähig ist.

Wenn in dem Raume nur Dampf ohne Flüssigkeit vorhanden ist, so dehnt er sich in dem Maasse, als die Temperatur zunimmt, wie ein Gas aus. Bei einer und derselben Temperatur ist der Druck im umgekehrten Verhältnisse der Volumina verschieden, vorausgesetzt, dass dieser Druck nicht den übersteigt, welchen ein mit Dampf

von dieser Temperatur gesättigter Raum tragen kann, — oder dass er flüssig würde und sein Druck constant bliebe. Es ist dies das Gesetz von Mariotte.

Dichtigkeit des Dampfes. — Ein Cubikcentimeter Wasser von 0 Grad, in Dampf verwandelt, erzeugt 1700 Cubikmeter Dampf von 100 Grad unter einem Drucke von 0,76 Meter Quecksilber. Seine Dichtigkeit, im Verhältnisse zu der des Wassers, beträgt demnach $\frac{1}{1700} = 0{,}000588$. Ein Cubikmeter dieses Dampfes wiegt 0,588 Kilogr.; 1 Cubikmeter Luft bei 0 Grad wiegt 1,3 Kilogr. und bei 100° $\frac{1{,}3}{1 \times 0{,}00375 \times 100} = 0{,}945$ Kil.; die Dichtigkeit des Dampfes im Verhältnisse zu der der Luft beträgt demnach 0,623.

Es ist jetzt leicht, die Dichtigkeit des Dampfes bei jedem andern Drucke und bei der entsprechenden Temperatur zu finden; es ist hinreichend, von den vorhergehenden Daten auszugehen, indem man das Mariottische Gesetz berücksichtigt, sowie auch von den Volumveränderungen, die sich auf die Temperatur beziehen.

Es sey D die Dichtigkeit des Dampfes bei dem atmosphärischen Drucke $p = 0{,}76$ Meter und bei der Temperatur $t = 100°$; — man findet die Dichtigkeit D' für einen Druck p' und eine Temperatur t', indem man ausdrückt, dass die Dichtigkeiten im umgekehrten Verhältnisse zu dem Volum und in directem Verhältnisse zu dem Drucke stehen, welches ($a = 0{,}00375$) giebt:

$$\frac{D'}{D} = \frac{p'}{p} \frac{(1 + a\,t)}{(1 + a\,t')}.$$

Man kann ebenfalls das Volum von 1 Kilogr. Dampf bei einem gegebenen Drucke und bei der entsprechenden Temperatur finden; es sey V das bekannte und V' das gesuchte Volum, so hat man offenbar:

$$V' = \frac{Vp}{p'} \frac{(1 + a\,t')}{(1 + a\,t)}.$$

Es sey, z. B.: $V = 1{,}70$ C. F.; $p = 1$ Atmos.; $t = 100°$.

Wir suchen V' für $p' = 2$ Atm.; t' 121,55° *).

Man findet: $V' \frac{(1 + 0{,}00375 \times 121{,}55)}{(1 + 0{,}00375 \times 100)} = 0{,}899$ C. M.

Durch die Verdampfung absorbirte Wärme. — Eine Flüssigkeit kommt in der Temperatur zum Sieden, in welcher die Spannung des sich bildenden Dampfes die Temperatur der Atmosphäre heben kann. Wenn dieses Gewicht 0 ist, wie in einem luftleeren Raume, so kann diese Temperatur sehr niedrig seyn, für reines Wasser, z. B., 30°; in der freien Luft hängt sie von dem Drucke der Atmosphäre an dem Puncte ab, an welchem man sich befindet.

Wenn durch ein künstliches Mittel, z. B. durch ein solches, als die Bildung des Dampfes in einem luftdicht verschlossenen Gefässe, der Druck auf die Flüssigkeit vermehrt wird, so erfolgt das Kochen erst in einer weit höhern Temperatur, welche bei den verschiedenen Flüssigkeiten verschieden ist. Ueber eine gewisse Temperatur hinaus wird die ganze Masse in Dampf verwandelt und entwickelt eine solche Elasticität, dass kein Gefäss widerstehen kann.

*) Man sehe die Tabellen für das Verhältniss der Spannung zur Temperatur.

Die zur Verdampfung von 1 Kil. Wasser bei 100° erforderliche Wärmemenge beträgt 550°, oder, mit andern Worten, es sind 650 Wärmeeinheiten nöthig, um 1 Kil. Wasser von 0° zu verdampfen. Dieser Punct ist von allen Physikern zugestanden; allein man ist nicht einig über den Werth der latenten Wärme bei einem höhern Drucke, als der der Atmosphäre ist.

In England nimmt man an, dass die latente Wärme constant sey, und dass die ganze Summe des absorbirten Wärmestoffs um die Menge zunimmt, um welche sich die Temperatur am Siedepuncte erhöht; so hat man nach Southern:

In 1 Kil. Dampf		von 100°	550 + 100 = 650 Wärmeeinheiten;
—	—	von 2 Atm. oder 121,55°:	550 + 121,55 = 671,55;
—	—	von 3 Atm. oder 135°	550 + 135 = 685,00.

In Frankreich nimmt man dagegen mit den Herren Clément und Desormes an, dass die ganze Wärmestoffmenge constant sey, und dass sich die latente Wärme vermindere, wenn sich die Temperatur vermehrt. Demnach enthält 1 Kil. Dampf, sey er nun bei 2 oder bei 3 Atmosphären Druck gebildet, stets 650 Wärmeeinheiten. Wir nehmen diese Meinung an.

Ausströmen des Dampfes. Wenn man den in einem Gefässe zusammengedrückten Dampf ausströmen lässt, so erfolgt dieses Ausströmen durch den absoluten Druck, vermindert um den Druck der Atmosphäre: es ist dies der wirkliche Druck. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Ausströmen erfolgt, lässt sich durch die Formel $V = \sqrt{2gh}$ bestimmen, in welcher h die erzeugende Höhe der Geschwindigkeit bezeichnet. Wenn man nennt:

P den Druck auf das Quadratmeter Kesseloberfläche in Kilogr.;

P' den analogen Druck in dem Recipienten, oder den der Atmosphäre, wenn das Ausströmen in der Luft stattfindet;

p das Gewicht des Cubikmeters Dampf, welcher ausströmt;

so hat man:

$$P - P' = ph, \text{ daher } h = \frac{P - P'}{p} \text{ und } V = \sqrt{2g\frac{P-P'}{p}}. \quad (1)$$

Mit Hülfe dieser Formel sind die nachstehenden Tabellen berechnet:

Tabelle über das Gewicht und die Geschwindigkeiten des Dampfes, welcher unter verschiedenem Druck in die Atmosphäre ausströmt.

Absoluter Druck des ausströmenden Dampfes.	Gewicht des Cubikmeters.	Ausströmungsgeschwindigkeit in d. Secunde.	Absoluter Druck des ausströmenden Dampfes.	Gewicht des Cubikmeters.	Ausströmungsgeschwindigkeit in d. Secunde.	Absoluter Druck des ausströmenden Dampfes.	Gewicht des Cubikmeters.	Ausströmungsgeschwindigkeit in d. Secunde.
Atm.	Kil.	Met.	Atm.	Kil.	Met.	Atm.	Kil.	Met.
5,00	2,568	562	1,60	0,900	368	1,09	0,630	170
4,75	2,457	554	1,50	0,854	343	1,08	0,626	161
4,50	2,334	549	1,45	0,830	331	1,07	0,622	151
4,25	2,217	546	1,40	0,800	318	1,06	0 619	140
4,00	2,096	537	1,35	0,778	302	1,05	0,610	129
3,75	1,972	530	1,30	0.150	285	1,04	0,607	116
3,50	1,855	520	1,25	0,722	265	1,03	0,601	101
3,25	1,734	512	1,22	0,705	252	1,02	0,598	83
3,00	1,611	502	1,20	0.693	242	1,01	0,595	58
2,75	1,487	488	1,18	0,681	232	1,00	0,590	41
2,50	1,363	472	1,16	0,67	220	1,00	0,588	0
2,25	1,238	451	1,14	0,658	213	„	„	„
2,00	1,111	427	1,12	0,647	194	„	„	„
1,75	0,984	394	1,10	0,636	178	„	„	„

Tabelle über den in ein Mittel, bei einem weit geringern Druck ausströmenden Dampf.

Dampf von 5 absoluten Atmosphären.			Dampf von 4 absoluten Atmosphären.			Dampf von 3 absoluten Atmosphären.		
Druck im Recipienten.	Wirklicher Druck in Kilogr. auf das Quadratmeter.	Ausströmungsgeschwindigkeit in Metern in d. Secunde.	Druck im Recipienten.	Wirklicher Druck in Kilogr. auf das Quadratmeter.	Ausströmungsgeschwindigkeit in Metern in d. Secunde.	Druck im Recipienten.	Wirklicher Druck in Kilogr. auf das Quadratmeter.	Ausströmungsgeschwindigkeit in Metern in d. Secunde.
4,95	517	63	3,95	517	69	2,95	517	79
4,90	1 034	89	3,90	1 034	97	2,90	1 034	112
4,85	1 550	108	3.85	1 550	120	2.85	1 550	137
4,80	2 067	125	3,80	2 067	139	2,80	2 067	158
4,75	2 584	140	3.75	2 584	155	2,75	2 584	178
4.65	3 618	166	3,65	3 618	184	2,65	3 618	210
4,55	4 651	188	3,55	4 651	209	2,55	4 651	238
4,50	5 168	198	3.50	5 168	220	2,50	5 168	251
4,25	7 752	242	3,25	7 752	269	2,25	7 752	307
4,00	10 336	281	3,00	10 336	311	2,00	10 336	355
3,75	12 920	314	2,75	12 920	347	1,75	12 920	396
3,50	15 504	344	2,50	15 501	380	1,50	15 504	423
3,25	18 088	371	2,25	18 088	411	1,25	18 088	469
3,00	20 672	396	2,00	20 672	439	„	„	„
2,75	23 256	421	1,75	23 256	466	„	„	„
2,50	25 340	444	1,50	25 840	491	„	„	„
2,25	28 424	465	1,25	28 424	515	„	„	„

Condensation des Dampfes. — Der in einem Gefässe ohne Luft enthaltene Dampf kann verdichtet werden, entweder dadurch, dass man den Raum, welchen er einnimmt, nach und nach vermindert, oder indem man ihn abkühlt. In dem erstern Falle behält er stets seine Elasticität und kann selbst an Spannung zunehmen, wenn die Zusammendrückung schnell erfolgt, weil die latente Wärme des flüssig gemachten

Dampfes frei gemacht worden ist, und die Temperatur des übrigen Theils erhöht. In dem zweiten Falle vermindert sich die Spannung und entspricht in jedem Augenblicke der Temperatur der gebildeten Flüssigkeit.

In der Praxis verdichtet man im Allgemeinen den Dampf durch ein Einspritzen von Wasser, und da dieser Process den Zweck hat, eine Luftleere hinter dem Kolben zu machen, so nimmt man die Verdichtung bei der möglichst niedrigsten Temperatur vor. Es seyen gegeben:

Q, das Gewicht des zu verdichtenden Dampfes,
t, die Temperatur des angewendeten Wassers,
t', die Temperatur des Gemisches,

man will das Gewicht Q' des angewendeten Wassers wissen? — Da man nun offenbar hat:

$$Q' (t' - t) = Q (650 - t'),$$

man deducirt daraus:

$$Q' = \frac{Q (650 - t')}{t' - t}. \quad (2)$$

Es ist selten, dass man bei weniger als 38° condensirt; in diesem Falle hat man für:

$$Q = 1 \text{ Kil.}; \; t = 10^\circ; \; t = 38^\circ.$$

$$Q = \frac{612}{28} = 21{,}80 \text{ Kil.}$$

Von den Dampfkesseln.

Erklärungen. — Generatoren oder Dampfkessel nennt man die Apparate, welche den Zweck haben, den Dampf zu erzeugen, dessen mechanische Kraft man in den Maschinen verwendet. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem metallenen Gefässe, welches der Einwirkung eines Feuerheerdes unterworfen ist, dessen Gase in eine Esse strömen, welche den Zug bestimmt. Wir wollen demnach nacheinander die Kessel selbst, ihre Heerde und dessen Nebentheile, sowie die Speisungsapparate und die Vorrichtungen zum Ausströmen und zur Sicherheit, die man in allen Generatoren anbringt, untersuchen.

Form der Kessel. — Ehedem machte man auch gusseiserne Kessel, allein man wendet sie nicht mehr an, indem sie nur eine geringe Festigkeit haben und sehr schwierig anzufertigen sind. Kupfer- und Eisenblech sind jetzt die einzigen angewendeten Materialien; jedoch nimmt man das Kupfer nur ausnahmsweise und zu gewissen Theilen, da es zu theuer ist, und fast alle Generatoren der feststehenden Maschinen bestehen gänzlich aus Blech.

Die Gestalt der Kessel muss einigen allgemeinen Bedingungen entsprechen, die man nie vernachlässigen darf: 1) muss sie der möglichst grössten Widerstandsfähigkeit des Metalles günstig seyn; 2) muss sie für ein gegebenes Metallgewicht, welches einem bekannten Drucke unterworfen wird, die möglichst grösste Oberfläche für die Einwirkung des Feuers geben; 3) muss sich ein Kessel ohne Schwierigkeiten reinigen und repariren lassen.

Die angenommenen Einrichtungen sind nach dem Grade der Wichtigkeit verschieden, welche sich mit der einen oder mit der andern dieser Bedingungen verbindet.

Da das angewendete Metall der ganzen Kraft der Spannung des Dampfes widerstehen muss, so ist der Grad des Drucks, bei welchem man ihn hervorbringen kann, eins von den Daten, welche den grössten Einfluss auf die Form der Kessel haben. So gebraucht man bei Dampf von niederem Drucke, d. h., bei solchem von 0,25 oder 0,30 über den atmosphärischen Druck, Generatoren mit ebenen Flächen und von einem grossen Volum, wie die sogenannten Kofferkessel oder die Kessel mit Abtheilungen der Dampfschiffe. Bei höherem Drucke, giebt man den Apparaten im Allgemeinen eine kreisförmige Gestalt, indem dieselbe der Widerstandsfähigkeit des Metalles günstiger ist; und bei gleicher Stärke verändert man ihre Durchmesser im umgekehrten Verhältnisse des Drucks. Dahin gehören die Kessel mit horizontalen Seitenröhren, welche jetzt so häufig angewendet werden, und wovon wir schon Beispiele mitgetheilt haben (man sehe Taf. 24, 37 und 43); dahin gehören auch noch die Kessel mit senkrechten Siederöhren, deren einer Vortheil darin besteht, dass sie weniger Raum einnehmen.

Die Kessel, welche die meiste Heizoberfläche für ein gegebenes Metallgewicht darbieten, sind die mit innerem Heerde und inneren Röhren, wie die Generatoren der Dampfschiffe und der Locomotiven; allein da das Metall in diesem Falle nur durch seine Rigidität oder Steifheit und nicht durch seine Zähigkeit Widerstand leistet, so ist dies System bei hohem Drucke nicht zweckmässig, wenigstens jedesmal dann, wenn der Röhrendurchmesser sehr gering ist. In diesem Falle muss man sehr reine Brennmaterialien anwenden, den Zug durch mechanische Mittel erregen und häufige, sowie sehr schwierige Reinigungen vornehmen.

Kessel dieser Art werden bei feststehenden Maschinen wenig benutzt; nur in America wendet man sie häufig an. In Cornwallis wendet man häufig auch Dampfkessel mit innern Röhren an (Fig. 18, Taf. 5), um Dampf von 3 oder 4 Atmosphären zu erzeugen.

Diese Röhren haben einen sehr bedeutenden Durchmesser; allein die Gefahren, welche von ihrer Formveränderung, in Folge äussern Drucks, wenn sie nicht vollkommen cylindrisch wären, herrühren könnten, werden durch die geringe Temperatur vermieden, welcher sie ausgesetzt sind, sowie auch durch die Vorrichtungen zur Sicherung einer ununterbrochenen Speisung.

Die bedeutende Heizoberfläche dieser Kessel, die grosse Wassermenge, welche sie enthalten, und deren Wirkung eine raschere Wärmestoffsabsorption ist, die langsame Verbrennung, die Dicke der Brennmaterialienschicht auf dem Roste und die grosse Oberfläche der letztern, endlich die sorgfältige Vermeidung der Wärmeverluste, haben aus diesen Apparaten einen berühmten Typus in der Geschichte der Dampfmaschine gemacht.

Der Vorzug, den man im Allgemeinen den Kesseln mit Siederöhren giebt, erklärt sich durch die Anwendung des hohen Drucks; das Blech erleidet dadurch nur eine Wirkung der Zusammenziehung und befindet sich in den besten Bedingungen des Widerstandes.

Heizoberflächen der Kessel. — Die Dimensionen eines Kessels hängen von der Dampfmenge ab, welche er liefern muss, sowie auch von der Einrichtung der Heizoberflächen in Beziehung zu dem Heerde. Die horizontalen obern Oberflächen bedecken sich weniger leicht mit Asche und mit Russ und erzeugen im Allgemeinen mehr

Dampf, als die senkrechten Wände, weil der warme Luftstrom immer emporzusteigen sucht, und da er sich genau gegen die abkühlende Oberfläche des Kessels legt, so verliert er so vollständig, als möglich, den Wärmestoff, den er enthält.

Die dem Feuer unmittelbar ausgesetzten Oberflächen erzeugen ebenfalls weit mehr Dampf, als die nur durch die rückkehrende Flamme erwärmten. So kann in einem Kessel mit flachem oder concavem Boden, der Boden 50 oder 60 Kil. Dampf in der Stunde und auf das Quadratmeter geben, während die senkrechten Wände, gegen welche die Flamme alsdann strömt, nicht einmal den zehnten Theil geben. In einem Kessel mit Sideröhren, bei denen die Heizoberfläche dieser letztern $\frac{2}{3}$ von der ganzen Heizoberfläche beträgt, erzeugt die directe Feuerung ohngefähr 40 bis 45 Kil. in der Stunde, während die indirecte Oberfläche nur 5 bis 6 Kil., d. h., im Durchschnitte 25 bis 30 Kil. auf das Quadratmeter der ganzen Heizoberfläche giebt. Die Maschinenbauer nehmen ohngefähr 1 bis 1,5 Heizoberfläche auf die Pferdekraft an.

Nach diesen Daten berechnet man gewöhnlich die Dimension der Kessel mit Siederöhren. Der Durchmesser dieser letztern, deren es gewöhnlich zwei giebt, ist fast gleich der Hälfte von dem des Kessels. Wenn der Ofen aus zwei Canälen besteht, von denen der eine die gänzlich von der Flamme umgebenen Siederöhren enthält, während der andere unter den Kessel geht: so rechnet man als directe Heizoberfläche die ganzen Siederöhren und als indirecte Oberfläche die Hälfte des Kessels, so dass, wenn die directe Heizoberfläche 2, die indirecte 1 ist und die ganze Oberfläche der Siederöhren und des Kessels 4. — Einige Maschinenbauer rechnen jedoch als directe Oberfläche nur $\frac{2}{3}$ der Siederöhren, weil ihr oberer Theil fast immer von Asche bedeckt ist und daher nur wenig Wärme durchlässt.

In Generatoren von einer andern Form kann man bedeutendere Producte erlangen; allein die oberste Grenze ist eine Production von 100 bis 120 Kil. Dampf in der Stunde auf 1 Quadratmeter dem heftigsten Feuer ausgesetzter Oberfläche.

Volum der Kessel. — Damit die Wärmemittheilung in einem Kessel zweckmässig bewirkt werde, muss er viel Wasser enthalten, d. h., etwa das 12- oder 15fache von der Menge, welche das Gewicht des in der Stunde verbrauchten Dampfes darstellt.

Der für den Dampf gelassene Raum muss sehr bedeutend seyn, damit sein Einströmen in den Cylinder bei jedem Kolbenhube keinen wesentlichen Einfluss auf den Druck hat. Wenn diese Wirkung stattfindet, so beweisen die Schwankungen des Quecksilbers in dem Manometer das Unzureichende der Dampfbildung. In diesem Falle wirft auch die Masse des Wassers, welches durch die Wirkung der augenblicklichen Druckverminderung und durch die ebenfalls augenblickliche Dampfproduction gehoben worden ist, eine Menge Wassertropfen in die Höhe, die sich mit dem Dampfe vermischen und Bedingungen des Betriebs veranlassen, die von denen des Dampfes allein sehr verschieden sind. Es ist demnach wesentlich, dass der Dampfbehälter im Verhältnisse zu dem Verbrauche der Maschine während einiger Secunden stehe.

Die Auffangung des Dampfes muss daher so eingerichtet seyn, dass man den Dampf so trocken, als möglich, erhält, d. h., sein Durchmesser muss bedeutend genug seyn, damit die Geschwindigkeit gering genug sey, um das mit dem Dampfe vermengte oder verdichtete Wasser nicht mit in die Dampfleitung zu ziehen.

Dicke und Gewicht des Kessels. — Die Dicke oder Stärke eines Kessels ist mit dem Drucke verschieden und bei gleichem Drucke hängt sie von dem Durchmesser ab, welchen man ihr giebt. Sie berechnet sich durch die Formel:

$$E = 0{,}018\ D\ (N - 1) + 3\ \text{Millim.} \quad (3),$$

in welcher:

E, die Metallstärke in Millimetern ausdrückt;

N, das Maximum des Drucks in dem Kessel;

D, den Durchmesser in Centimetern.

Sie hat zur Bildung der folgenden Tabelle gedient:

Tabelle über die Metallstärke der Kessel, sowohl für Eisen- als Kupferblech.

Durchmesser.	2 Atm.	3 Atm.	4 Atm.	5 Atm.	6 Atm.	7 Atm.	8 Atm.
Met.	Millim.	Millim.	Millim.	Millim.	Millim.	Millim.	Millim.
0,50	3,90	4,80	5,70	6,60	7,50	8,40	9,30
0,55	3,99	4,98	5,97	6,96	7,95	8,93	9,93
0,60	4,08	5,16	6,24	7,32	8,40	9,48	10,56
0,65	4,17	5,34	6,51	7,68	8,85	10,02	11,19
0,70	4,26	5,52	6,78	8,04	9,30	10,56	11,82
0,75	4,35	5,70	7,05	8,40	9,75	11,10	12,45
0,80	4,44	5,88	7,32	8,76	10,30	11,64	13,08
0,85	4,53	6,06	7,59	9,12	10,65	12,18	13,71
0,90	4,62	6,24	7,86	9,48	11,10	12,72	14,34
0,95	4.71	6,42	8,13	9,84	11,55	13,26	14,97
1,00	4,80	6,60	8,40	10,20	12,00	13,80	15,60

Da die Siederöhren derjenige Theil des Apparates sind, welcher am Meisten der Einwirkung des Feuers ausgesetzt ist, so müssen sie aus dem besten Bleche angefertigt werden.

Das Gewicht des Kessels, welches aus dem Vorhergehenden folgt, ist leicht zu berechnen wegen; der Bedeckung der Blechtafeln an den Fugen, müssen die absoluten Oberflächen in dem Verhältnisse von 1000 zu 1135 vermehrt werden.

Die Vernietung veranlasst eine Gewichtserhöhung von 8 Procent.

So dass, wenn man die Oberfläche des Kessels, dessen Gewicht man berechnen will, kennt, man es erhält, wenn man diese Oberfläche in Quadratmetern mit seiner Dicke in Millimetern und mit 9,54 Kil. multiplicirt, eine Zahl, welche das Gewicht des Quadratmeters bei 1 Millimeter Stärke, vermehrt um das der Bedeckung der Tafeln und der Vernietung, ausdrückt.

Man muss zu diesem Resultate das Gewicht der Nebenapparate hinzufügen, sowie das der Verbindungen mit den Siederöhren, des Mannloches, des Entleerungshahns, der Ventile, der Schwimmer und der Dampf- und Speiseröhren.

Wir haben festgestellt, dass diese Elemente für Dampfkessel von 16—20 Pferdekräften, die mit Dampf von 6 Atmosphären arbeiten, und die aus einem cylindrischen Körper und aus zwei Siederöhren bestehen, ein Gewicht von 110 Kil. auf das Quadratmeter Oberfläche haben. Da die Stärke des Blechs 11 Millimeter ist, so musste das entsprechende absolute Gewicht 85,58 Kilogr. auf das Quadratmeter betragen; es wäre demnach in dem Verhältnisse von 100 zu 128, statt von 100 zu 120, wie oben

angegeben, vermehrt. Diese Differenz rührt daher, dass bei der zweiten Berechnung die Muffen berücksichtigt worden sind, welche die Siederöhren mit dem Kessel verbinden, welches bei der ersten Berechnung nicht der Fall war.

Bei grossen Kesseln kann man im Allgemeinen auf ein Gewicht von 140 bis 150 Kilogr. auf das Quadratmeter Heizoberfläche rechnen, jedoch ohne Nebenapparate, wie Schwimmer, Ventile, Dampfröhren etc.

Das zur Anfertigung der Kessel angewendete Blech muss sehr gut fabricirt seyn. Das aus Blöcken oder Kuchen dargestellte, welche zwischen den Walzen statt unter dem Hammer gezängt worden sind, wird sehr leicht zerstört, wenn es der stechenden Flamme ausgesetzt ist. Eine sorgfältige Fabrication ist in dieser Beziehung oft einer guten Qualität des Eisens vorzuziehen.

Kesselöfen. — Unter einem Kesselofen versteht man: den Heerd, bestehend aus dem Roste und dem Aschenkasten, die Canäle und den Mantel des Kessels.

Die Steinkohle ist das am Meisten in diesen Heerden angewendete Brennmaterial. Ein Kilogramm Steinkohlen bringt durch seine Verbrennung ohngefähr 6500 Wärmeeinheiten hervor und müsste folglich 10 Kilogr. Wasser abdampfen; allein man erhält niemals eine so bedeutende Wirkung, und im Durchschnitte muss man auf nicht mehr als 5 Kilogr. Dampf durch die Kilogr. Steinkohle rechnen. Kennt man daher die in der Stunde zu liefernde Dampfmenge, so wird das Fünftel dieser Grösse das in derselben Zeit zu verbrennende Gewicht der Steinkohle seyn.

Ein guter Ofen muss verschiedenen Bedingungen genügen, welche folgende sind:

1) Er muss hinlängliche Steinkohlen verbrennen, um selbst in Ueberschuss die erforderliche Dampfmenge zu liefern;

2) er muss einen hinreichenden Zug haben, um das Brennmaterial und den Rauch so vollständig, als möglich, verbrennen zu können;

3) er muss wenig Wärme durch die Wände verlieren;

4) er muss mit den Mitteln versehen seyn, um den Zug bequem zu reguliren und um leicht zu repariren und zu reinigen zu seyn.

Die Formen und die Dimensionen der Oefen haben einen sehr grossen Einfluss auf den Brennmaterialienverbrauch. Wenn ihre Ersparung eine von den hauptsächlichsten Bedingungen der Benutzung der Maschine ist, so muss die Heizoberfläche der Kessel bedeutend seyn und die Canäle sehr ausgedehnt, so dass die Producte der Verbrennung bei ihrem Einströmen in die Esse eine Temperatur haben, die nur wenig höher, als die des Dampfes in dem Kessel und nur hinreichend ist, um den Zug zu unterhalten; endlich muss die Verbrennung auf dem Heerde nothwendig langsam seyn.

In diesem Falle erhalten die Heerde eine bedeutende Menge von Brennmaterial, und die Oeffnungen des Aschenfalles müssen so eingerichtet seyn, dass das Einströmen von Luft beschränkt werden kann. Diese Methode ist besonders zweckmässig bei den grossen Wasserhebungsmaschinen, die langsam, ununterbrochen und sehr regelmässig betrieben werden müssen. Diese Bedingungen des Betriebes würden nicht mit den Veränderungen des Drucks übereinstimmen, welche aus der Anwendung von Heerden mit lebhafter Verbrennung erfolgen.

Offenbar geben diese Einrichtungen Veranlassung zu den bedeutendsten Anlagekosten, sowohl für die Kessel, als auch den Ofen und für die Esse; allein sie sind sehr günstig für die Brennmaterialersparung, dessen Verbrauch nicht mehr als 2 Kilogr. auf das Quadratmeter Heizoberfläche und in der Stunde beträgt.

Die **Heerde mit mässigem Feuer** sind diejenigen, welche man in Deutschland und Frankreich am Häufigsten anwendet; die auf denselben verbrauchte Brennmaterialmenge beläuft sich auf ohngefähr 3 Kilogr. auf das Quadratmeter Heizoberfläche.

Die durch die Verbrennung hervorgebrachte Flamme und Gase durchströmen zwei und selbst drei Mal die Länge des Kessels, der im Allgemeinen aus einem cylindrischen Körper nebst zwei Sideröhren besteht.

Bei den einen sind die Siederöhren in dem ersten Canale angebracht und liegen in voller Flamme; der Kesselkörper wird alsdann nur von dem rückkehrenden Canale erhitzt, und die Esse ist neben dem Heerde angebracht. — Bei andern liegen die Siederöhren voneinander und ihr unterer Theil, sowie der des cylindrischen Kesselkörpers, wird durch den directen Canal gefeuert, während der obere Theil der Siederöhren und die Seitentheile des cylindrischen Körpers durch die rückkehrende Flamme erhitzt werden.

Bei der erstern von diesen beiden Einrichtungen beträgt das Durchströmen der Flamme und der Gase, welche durch die Verbrennung hervorgebracht werden, das Doppelte von der Länge des Kessels; bei der zweiten das Dreifache dieser Länge. Auch ist die erstere hauptsächlich anwendbar, wenn die entweichende Flamme benutzt werden soll, welche, da sie mit der Erhaltung eines lebhaften Zuges in den Oefen vereinigt bleiben soll, es erfordert, dass die von der Verbrennung hervorgebrachten Gase bei dem Eintritte in die Esse eine noch hohe Temperatur haben.

Die zweite Einrichtung erfordert Essen von nur geringer Höhe.

Eine dritte Einrichtung des Heerdes endlich besteht darin, Generatoren anzuwenden, die nur aus einem cylindrischen Körper bestehen, der nur durch einen einzigen Canal gefeuert wird.

In diesen Heerden ist die Heizoberfläche gering, allein sie steht gänzlich in Berührung mit der Flamme, und die Producte der Verbrennung gelangen mit einer hohen Temperatur in die Esse. Diese Heerde sind die wohlfeilsten in der Anlage, allein ihr Brennmaterialverbrauch ist bedeutend und erhebt sich bis auf 5 Kilogr. auf das Quadratmeter Heizoberfläche.

Die **Dimensionen** der verschiedenen Theile, welche einen Ofen zur Dampferzeugung bilden, müssen dem Calcül unterworfen werden und obgleich die Daten, auf denen sie beruhen, fast gänzlich empirisch sind, so ist es doch immer zweckmässig, sich nicht davon zu entfernen. Wir wollen eine Uebersicht davon geben:

Die **Aschenkästen** müssen stets in einer niedrigen Temperatur erhalten werden; sie müssen geräumig seyn, und ihre Oeffnung berechnet sich für das Hindurchströmen mit 1 Meter Geschwindigkeit in der Secunde der zur Verbrennung erforderlichen Luft, d. h., von ohngefähr 18 Cubikmeter auf die Kilogr. Steinkohle. Diese Oeffnung muss in allen Fällen doppelt so gross seyn, als die für das Hindurchströmen der Luft durch den Rost.

Die **Roste** bestehen aus gusseisernen Stäben, die gewöhnlich nach Unten zu zugeschärft sind, damit sie sich durch die Asche nicht verstopfen können. Sie haben eine Breite von höchstens 25 bis 30 Millimeter oder 10—13 Linien; sind sie breiter, so bildet sich Hammerschlag auf der Mitte der Stäbe und trägt zu ihrem Glühen und zu ihrer Zerstörung bei. Sind sie dagegen schmal, so unterhält die hinzuströmende

Luft eine lebhafte Verbrennung, und der Hammerschlag fliesst ab, statt dass er Lagen bildet.

Die Rostoberflächen betragen 3,50 bis 4,80 Quadratdecimeter auf das Kilogr. Steinkohle in einstündiger Verbrennung, in Heerden mit langsamer Verbrennung; — sie betragen 1,00 bis 1,20 Quadratdecimeter in den Heerden mit lebhafter Verbrennung; — sie gehen bis 0,75 Quadratdecimeter herab, wenn die Verbrennung ausserordentlich lebhaft, sowie auch, wenn die Brennmaterialschicht sehr stark ist.

Die Oeffnungen für das Hindurchströmen der Luft zwischen den Roststäben betragen bei den Heerden mit langsamer Verbrennung 0,65 bis 0,80 Quadratdecimeter auf das Kilogr. der verbrannten Steinkohle; und 0,35 bis 0,40 Quadratdecimeter in den Heerden bei langsamer Verbrennung.

Die Canäle, durch welche die Flamme und die Producte der Verbrennung in die Esse strömen, haben Dimensionen, welche nach ihrer Entfernung von dem Heerde verschieden sind. Man erkennt wirklich, dass in dem Maasse, in welchem sich diese Gase abkühlen, ihr Volum sich vermindert; diese Volumverminderung beträgt $\frac{1}{274}$ auf den Grad der verlornen Wärme; allein die Dimensionen der Canäle können derselben nicht proportional seyn, da sie sich sonst durch den Russ verstopfen würden.

Der den Canälen zu gebende Querschnitt hängt auch von ihren Einrichtungen ab. Wenn die Wände nur durch die Kessel gebildet werden, so kann er sehr gering seyn, weil die Abkühlung der durch die Verbrennung hervorgebrachten Gase in diesem Falle weit schneller ist, als in jedem andern. Wenn die Kesselwände nur einen Theil der Canäle bilden, und wenn das Uebrige aus feuerfesten Ziegelsteinen gebildet ist, welche nur schlechte Wärmeleiter sind, so muss der Querschnitt grösser seyn. In diesem letztern Falle giebt man 0,33 Quadratdecimeter Durchschnitt auf das Kilogr. verbrannter Steinkohlen in dem directen Canale und 0,30 Quadratdecimeter etwa in dem rückkehrenden Canale; in dem ersten betragen diese beiden Querschnitte 0,20 und 0,17 Quadratdecimeter.

Die Canäle müssen so construirt seyn, dass die Flamme die Kesselwände bestreiche, und dass der Russ an den Wendepuncten, wo die Flamme einen bedeutenden Theil der Geschwindigkeit verliert, ihren Querschnitt nicht vermindere; aus demselben Grunde muss man Verengungen und Kniee vermeiden.

Die Geschwindigkeit der durch die Verbrennung hervorgebrachten Gase wird wesentlich durch die grosse Menge Asche und Kohle verändert, welche sie mechanisch eingemengt enthalten. Dies Gemenge hat eine weit grössere Dichtigkeit, als die den Gasen eigenthümliche ist; die Verengungen, welche aus dem schwierigen Ausströmen entstehen, sind demnach eine sehr merkliche Ursache von der Verzögerung der Geschwindigkeit der Verbrennungsproducte. Die Russabsätze veranlassen ebenfalls Verzögerungen, die man an dem Zuge der Oefen leicht erkennen kann.

Die englischen Maschinenbauer nehmen im Allgemeinen an, dass 1 Quadratfuss Rostoberfläche hinreichend sey, um 10 Pfund Brennmaterial zu verbrennen; dass diese 10 Pfund hinreichend seyen, um 1 Cubikfuss Wasser zu verdampfen, der als Dampf eine Pferdekraft darstellt. Sie nehmen auch eine Heizoberfläche von 15 Quadratfuss auf die Pferdekraft an, wovon $\frac{1}{3}$ horizontale Oberfläche und $\frac{2}{3}$ senkrechte Oberfläche, welche die Hälfte von derselben horizontalen Oberfläche entsprechen.

Nach Annahme der englischen Maschinenbauer betragen die Oeffnungen in dem Roste $\frac{1}{5}$ von dessen Oberfläche, und der Durchschnitt der Canäle muss dieselbe Dimen-

sion haben, welche sich nach und nach bis zu $\frac{1}{10}$ der Rostoberfläche vermindert. Dieser letzte Querschnitt muss der der Esse seyn; die Canäle müssen ohngefähr 60 Fuss Länge haben.

In den Cornwalliser Maschinen betragen diese Verhältnisse mehr, als das Doppelte.

Die Rostoberfläche beträgt hier 2 Quadratfuss statt 1 auf die Pferdekraft; die Heizoberfläche 60 bis 70 Quadratfuss statt 15; die Länge für die Canäle der Flamme 150 Fuss statt 60.

Die vergleichenden Resultate geben einen Verbrauch von $5\frac{1}{4}$ Pfund Brennmaterial in der Stunde und auf die Pferdekraft statt 10 Pfund; und $2\frac{5}{8}$ Pfund statt 10 Pfd. in der Stunde und auf den Quadratfuss Rostoberfläche; die Menge des von 1 Pfund Steinkohle verdampften Wassers beträgt $11\frac{4}{5}$ Pfund statt 6 Pfund.

Diese Dimensionen, auf französische Maasse reducirt, geben die folgenden Maasse:

Tabelle über die Dimensionen der Dampfmaschinenheerde in England.

Bezeichnung der Theile.	Heerde der Cornwalliser Maschinen mit langsamer Verbrennung.	Gewöhnliche Heerde mit mässig starker Verbrennung.
	Quadratdec.	Quadratdec.
Rostoberfläche auf das Kil. Steinkohle	3,96	1,98
Luftdurchgänge auf das Kil. Steinkohle	0,79	0,39
Mittlerer Querschnitt der Flammencanäle . .	0,59	0,29
Essendurchschnitt	0,38	0,19
Länge der Canäle	45,50 M.	18,20 M.
	Kilogr.	Kilogr.
Brennmaterial auf die Stunde und die Pferdekraft .	2,37	4,53
Desgl. auf das Quadratdecimeter Rost	0,25	0,50
Von dem Kilogr. Steinkohle verdampftes Wasser .	11,80 *)	6,00
Von dem Quadratmeter Heizoberfläche verbranntes Brennmaterial	0,40	4,30
	Quadratmet.	Quadratmet.
Heizoberfläche auf die Pferdekraft	6,00	1,40

Das Ofenmauerwerk besteht aus Ziegelsteinen, aus feuerfesten für die mit der Flamme in Berührung stehenden Theile, aus gewöhnlichen für den übrigen Theil des Mantels. Die geringste Stärke der Wand muss wenigstens anderthalb Ziegelsteindicken betragen, d. h., 0,33 Meter, wenn der Ofen seine Wärme gut zusammenhalten soll; man begünstigt diese Wirkung, wenn man zwischen dem Futter von feuerfesten Ziegeln und dem Mantel von gewöhnlichen Ziegeln einen leeren Raum von 6 bis 8 Centimetern lässt. Es ist zweckmässig, den Ofen durch gusseiserne Armaturen und durch schmiedeeiserne Verankerungen zu befestigen.

*) Dieses von den Experimentatoren angegebene Resultat steht nicht in Uebereinstimmung mit der Angabe von 6500 Wärmeeinheiten, die in 1 Kil. Steinkohle enthalten seyn sollen, sowie mit der Grenze der Dampferzeugung von 10 Kil., welche eine Folge davon ist.

Von der Esse. — Die hohen Essen sind hauptsächlich für Heerde mit langsamem oder mässigem Feuer, für grosse Heizoberflächen und für lange Canäle günstig, denn da die Temperatur in der Esse nur gering ist, so ist es zur Erlangung eines regelmässigen Zuges wichtig, dass die Wände diese Temperatur beibehalten, welches mit den Essen von grossem Querschnitt und von geringer Höhe nicht in demselben Grade stattfinden würde.

Der Querschnitt der Essen vermindert sich bis auf 0,125 Quadratdecimeter auf das Kilogr. Steinkohle, welche in der Stunde in den Heerden mit sehr langsamer Verbrennung verzehrt worden sind, bei Heerden, deren Zug sehr stark und deren Temperatur bei'm Eintritt in die Esse sehr hoch ist. Sie beträgt 0,150 bis 0,200 auf das in der Stunde verbrannte Kilogr. für Flammofenessen, welche die Producte der Verbrennung aus vielen Oefen aufnehmen und deren Höhe in Uebereinstimmung mit der Ausdehnung stehen muss, welche diese Producte der Verbrennung durchströmen. Dieser Querschnitt beträgt 0,30 bis 0,35 Quadratdecimeter, wenn die Essen auf den Oefen angebracht worden sind, deren Wärme zur Feuerung der Dampfkessel benutzt wird.

Herr Vuillemin, Ingenieur auf dem Hüttenwerke zu Abainville, hat den neuerlich erbauten Essen einen Querschnitt von 0,47 Quadratdecimeter auf das Kilogr. in der Stunde verbrannter Steinkohle gegeben. Ihre Höhe beträgt 18 Meter und ebensoviel die Länge der Canäle für die Flamme.

Wohlverstanden beziehen sich aber diese Canäle auf den obern Querschnitt.

Die Stabilität der Essen erfordert, dass man ihnen eine pyramidale Form giebt; der Grad derselben hängt von der Beschaffenheit der angewendeten Materialien, und je nachdem sie dem Winde mehr oder weniger ausgesetzt sind, ab.

Sie beträgt 0,025 bis 0,045 Meter auf das Meter für die äussere Oberfläche und 0,012 bis 0,015 Meter für die innere. Zuweilen ist der innere Querschnitt derselbe für die ganze Höhe der Esse; es hängt dies von dem Grade des Widerstandes der angewendeten Materialien gegen die Zerdrückung ab.

Der Grund, auf denen man die Essen errichtet, muss fest und hauptsächlich gleichartig seyn; die Breite seiner Basis hängt von der Festigkeit des Terrains ab. Unten im Innern der Esse ist es zweckmässig, feuerfeste Ziegelsteine aufzumauern, die von dem Essenmauerwerke durch einen Raum von 2 bis 3 Decimetern getrennt sind. Diese Art von innerer Esse, deren Höhe 4 bis 5 Meter beträgt, sichert das Hauptgemäuer gegen die Berührung der Flamme.

Am untern Theile der Esse bringt man stets eine Thür an, durch welche man in ihr Inneres gelangen und sie reinigen kann.

Das obere Ende der Esse muss wenigstens eine Ziegelsteindicke haben, d. h., 0,22 Meter, und die auf diese Weise gebildeten Schichten müssen nicht höher, als 2,50 Meter seyn.

Aeusserlich müssen die Ziegelsteine eine ebene Oberfläche darbieten, allein im Innern erlangt man die Neigung durch Absätze.

Wenn demnach der äussere Ablauf 0,033 Meter und der innere 0,012 Meter auf 1 Meter Höhe beträgt, so wird die Esse, welche oben 1 Meter weit ist und 0,22 Meter Wandstärke hat, d. h., 1,44 Meter äussere Breite, 10 Meter Tiefe, 1,44 Meter + 0,33 Meter, d. h., 1,77 Meter äussere Breite und 1 Meter + 0,12 Meter, d. h., 1,12 Meter innere Breite haben. Es folgt daraus, dass die Wand an diesem Puncte 0,325 Meter dick seyn muss. Diese Verminderung der Wandstärke von 0,325 bis

0,22 Meter wird durch einen Zurücktritt von einem halben Ziegelsteine bei der Aufführung der Esse erreicht werden.

Der Bau der Essen und Oefen erfordert 650 bis 700 Ziegelsteine von gewöhnlichen Dimensionen (22 Centimeter auf 11 und 5,5) auf das Cubikmeter, indem man die Fugen zu 5 Millimeter Dicke und den Bruch zu $\frac{1}{10}$ annimmt.

Sie werden ohne Gerüste und vom Innern aus aufgeführt. Zum Emporsteigen der Arbeiter sind in den Ecken eiserne Stäbe angebracht, und das Auffördern der Materialien wird durch ein Seil bewirkt, welches über eine einfache Rolle geht, die mit einem Querbalken verbunden ist, der auf dem Mauerwerke aufruht. Dieses Seil wird unten durch einen Tagelöhner gezogen.

Feuerung mit den verlornen Flammen. — Die Einrichtungen bei der Feuerung der Kessel mit der aus den Hohöfen und Flammöfen entweichenden Hitze, ist schon im Laufe des 3. und des 4. Bandes dieses Werkes beschrieben worden; wir kommen daher hier nur deshalb darauf zurück, um die neuesten Resultate dieser immer allgemeiner werdenden Einrichtung nachzuweisen.

Diese Resultate sind mit einem Kessel mit SVederöhren erlangt, der auf 2 Puddelöfen angebracht worden ist. Jeder Ofen feuert eine Siederöhre und die Hälfte der Kesseloberfläche; die ganze Heizoberfläche beträgt 37,47 Quadratmeter; der Verbrauch eines Ofens beträgt 60 Kilogr. Steinkohlen in einer Stunde; die Oberfläche jedes Rostes 0,92 × 0,60 Meter = 0,552 Quadratmeter. — Der Querschnitt von den Canälen der Siederöhren beträgt 0,310 Quadratmeter und den Verbindungen der Siederöhren mit dem Kessel gegenüber 0,284 Quadratmeter. Die Canäle des Kessels haben einen Querschnitt von 0,297 Quadratmeter. — Die Esse ist 20 Meter hoch, ihr Querschnitt 0,33 Quadratmeter.

Die producirte Dampfmenge betrug 3,70 Kilogr. auf das Kilogr. Saarbrücker Steinkohlen und 12 Kilogr. auf dasselbe Quadrat der Heizoberfläche.

Derselbe Ingenieur hat neuerlich einen neuen Kessel vorgerichtet, welcher abwechselnd durch 1 oder durch 2 Schweissöfen gefeuert wird.

Ein Ofen für feine Eisensorten, der 100 Kilogr. Steinkohlen in der Stunde verbraucht, producirt 474 Kilogr. Dampf. Die Menge des verdampften Wassers erhebt sich auf 1085 Kilogr., wenn der Ofen für grobe Stabeisensorten, welcher 124 Kilogr. in der Stunde verbraucht, zu dem vorhergehenden hinzukommt. Dieses Resultat giebt 4,85 Kilogr. Dampf auf das Kilogr. Steinkohle. Der Kessel hat 3 Siederöhren und eine Heizoberfläche von 44 Quadratmetern; die Esse ist 27 Meter hoch und hat 64 Quadratdecimeter Querschnitt.

Die vorhergehenden Resultate lassen sich, wie folgt, wiederholen:

	Puddelofen.		Schweissofen.	
Rostoberfläche auf das Kil. Steinkohlen .	0,920	Quadratdec.	„	Quadratdec.
Querschnitt der directen Canäle . .	0,517	—	„	—
— — rückkehrenden Canäle .	0,495	—	„	—
Querschnitt der Esse	0,550	—	0,286	—
Dampfmenge, welche 1 Kil. Steinkohle herbringt	3,700	Kil.	4,85	Kil.
Dampfmenge, welche 1 Quadratmeter Heizoberfläche erzeugt . . .	12,000	—	24,65	—
Heizoberfläche auf das Kil. Steinkohle .	31,200	Quadratdec.	19,60	Quadratdec.

V o n d e r S p e i s u n g. — Die Speisung der Dampfkessel geschieht durch eine Pumpe, die sogenannte S p e i s e p u m p e, welche durch die Dampfmaschine bewegt wird. Wenn diese in ununterbrochenem Betriebe ist, so muss der Kessel auf dieselbe Weise gespeis't werden, damit die Dampfproduction in allen Augenblicken gleichförmig sey. Wenn dagegen die Maschine nicht immer im Betriebe ist, so speis't man während des Stillstandes, entweder durch ein besonderes Reservoir, welches zu diesem Zwecke angebracht ist, oder mittelst einer kleinen Maschine, durch das sogenannte k l e i n e P f e r d, deren einzige Function die Kesselspeisung ist. Diese letztere Methode wird jetzt sehr häufig angewendet.

Das Speisewasser muss in dem Kessel an dem Ende eingeführt werden, welcher die geringste Wärmemenge enthält. Es ist Grundsatz, dass das heisseste Wasser zu dem Puncte gelangt, wo die Wärme am Stärksten ist, damit der Dampf nur bei der höchsten Temperatur erzeugt werde.

Die Speisewasserröhre muss mit einem Klappenventile versehen seyn, welches den Rücktritt des Wassers aus dem Kessel in die Röhren verhindert, wenn die Speisepumpe zu wirken aufhört.

In den Hütten, wo die Kessel durch die verlorne Hitze der Oefen gefeuert werden, ist es wesentlich, dass sie mit einem Ablassventile versehen seyen, welches mit einem etwas geringern Gewichte, als die Sicherheitsventile belastet ist. Dieses Ventil führt das Wasser nach Aussen ab.

Die Dampfröhre ist ebenfalls mit einer Klappe versehen, welche mit der Hand bewegt wird, und die, wenn es erforderlich ist, den Kessel mit der allgemeinen Dampfleitung ausser Verbindung setzen kann.

Man begreift übrigens, wie wichtig es ist, dass ein Kessel stets vollkommen und regelmässig gespeis't werde; es ist nicht erforderlich, bei diesem Puncte stehen zu bleiben.

A b l e i t u n g d e s D a m p f e s. — Die Röhren, welche den Dampf in den Kessel aufnehmen, um ihn dem Cylinder der Maschine zuzuführen, bestehen bei kleinen Maschinen aus Kupfer, bei grossen aus Gusseisen. Man umgiebt sie mit einem Körper, welcher ein schlechter Wärmeleiter ist, wie Hanf oder Wolle, damit sich in ihnen der Dampf nicht durch Verdichtung abkühle. Ihr Durchmesser muss so seyn, dass der Dampf mit einer geringen Geschwindigkeit darin circulirt und keine zu bedeutenden Theile von seinem anfänglichen Drucke verliert; sie müssen um so weiter seyn, je länger die Dampfleitung ist und je bedeutender die Oberfläche und die Geschwindigkeit des Kolbens sind.

Im Allgemeinen muss ihr Durchschnitt wenigstens gleich dem der Sicherheitsventile seyn, von denen wir sofort reden werden; in allen Fällen aber bedeutender, als der Durchmesser der Oeffnungen, durch welche der Dampf in den Cylinder strömt.

M e s s u n g d e s D r u c k s. — Alle Dampfkessel sind mit einem Quecksilber-Manometer und zuweilen mit einem T h e r m o - M a n o m e t e r versehen, welche den Dampfdruck bezeichnen und nach deren Angaben der Heizer sein Feuer regulirt, um den Druck stets auf demselben Puncte erhalten zu können; übrigens ist dieser Druck durch die Sicherheitsventile begrenzt.

S i c h e r h e i t s a p p a r a t e. — Die Kessel sind mit verschiedenen Apparaten zur Verhinderung der Explosionen versehen; dahin gehören die Schwimmer, die schmelzbaren Platten und die Ventile.

Die Schwimmer geben den Wasserstand an und dienen dem Heizer als Leiter zur Regulirung der Speisung. Seit einiger Zeit wendet man auch noch eine Pfeife an, deren Geräusch sich hören lässt, sobald das Wasser unter das Niveau gesunken ist, welches man beibehalten will.

Die schmelzbaren Platten, welche in einer Temperatur schmelzen müssen, welche dem höchsten Druck, den der Kessel ertragen kann, entsprechen, werden wegen der vielen Nachtheile, die sie haben, jetzt kaum noch angewendet.

Die Sicherheitsventile sind ganz unerlässlich; ihr Durchmesser, der nach der Heizoberfläche und dem Drucke verschieden ist, wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$D = 2{,}6\sqrt{\frac{C}{N - 0{,}412}} \quad (3)$$

in welcher

D den Durchmesser in Centimetern bezeichnet;

C die Heizoberfläche in Quadratmetern;

N die Kesselstärke.

Dies sind die allgemeinen Data, welche bei der Anlage eines Dampfkessels dienen können. Wir haben diese Apparate als vollkommen unabhängig von den Maschinen, welche sie speisen, angesehen, indem der erste dabei zu erreichende Zweck der ist, den Dampf mit dem wenigsten Brennmaterialverbrauche zu erzeugen. Es bleibt nun noch seine mechanische Kraft auf die vollkommenste Art und Weise zu benutzen, und dies ist die Frage, mit der wir uns jetzt beschäftigen wollen.

Art und Weise der Benutzung des Dampfes.

Classificirung der Maschinen. — Aus dem Gesichtspuncte der Art und Weise der Benutzung des Dampfes classificirt man im Allgemeinen die Maschinen nach dem Drucke, mit welchem sie arbeiten. So nennt man Niederdruckmaschinen alle diejenigen, bei denen der Dampf nur mit einer Spannung von 1,25 bis 1,33 Atmosphären gebraucht wird; Hochdruckmaschinen dagegen diejenigen, bei denen der Dampf mit einem höhern Drucke wirkt. Viele Maschinenbauer jedoch haben bei den Hochdruckapparaten eine Unterabtheilung angenommen und nennen Maschinen von mittlerem Drucke diejenigen, welche mit Dampf zwischen 1,25 und 4 Atmosphären wirken, indem sie die Benennung der Hochdruckmaschinen für die Spannung über 4 Atmosphären beibehalten.

Alle Niederdruckmaschinen und selbst die von mittlerm Drucke wirken mit Condensation, d. h., dass man hinter dem Kolben eine Luftleere macht, indem man den Dampf, dessen Kraft benutzt ist, durch ein reichliches Einspritzen von kaltem Wasser verdichtet. Könnte man auf diese Weise eine vollständige Luftleere bilden, so würde der Dampf mit seinem vollständigen Drucke auf den Kolben wirken; allein das Condensationswasser behält stets eine mehr oder weniger hohe Temperatur, zu welcher die Spannung des Dampfes proportional ist. Nimmt man an, dass sie nur 38° betrage, ein Resultat, welches nur selten erreicht wird, so beträgt die Spannung in dem Condensator noch 0,0625 Atmosphären, welche 0,0475 Meter Quecksilber entsprechen,

oder einer Belastung von 650 Kil. auf das Quadratmeter, welche die Wirkung des Dampfes auf den Kolben um ebensoviel vermindert.

Die Hockdruckmaschinen können mit oder ohne Condensation vorgerichtet werden; allein der daraus hervorgehende Vortheil ist relativ, und um so bedeutender, je geringer der Druck des Dampfes ist. Diese Wirkung begreift sich leicht, und wir werden sie bald ganz und gar begreiflich machen.

Die Condensation, welche ein sinnreiches Mittel ist, um die mechanische Wirkung des Dampfes und fast den ganzen atmosphärischen Druck zu vermehren, reicht jedoch nicht hin, um seine ganze Kraft zu benutzen; denn wenn man ihn in den Cylinder während des ganzen Kolbenlaufs einströmen lässt, so kommt er wieder mit dem Drucke heraus, den er bei'm Eintritte hatte, und man verliert die ganze Kraft, welche er entwickeln konnte, wenn er sich von diesem Drucke bis zu dem des Condensators expandirte oder ausdehnte, oder auch bis zu seinem Ausströmen in die Atmosphäre bei Maschinen ohne Condensation.

Man vermeidet diesen Verlust durch die Anwendung von Expansionsmaschinen, bei denen der Dampf nur während eines Theils von dem Kolbenlaufe zugelassen wird und sich in dem Maasse ausdehnt, je weiter er strömt und nur unter einem Drucke entweicht, der dem Mittel, in welches er strömt, so nahe ist, als man es wünscht. Der Punct des Kolbenlaufs, bei welchem man die Expansion beginnt, muss mit dem Drucke verschieden seyn, unter welchem man den Dampf anwendet, sowie auch mit der Benutzung der Maschinen. Oft richtet man den Apparat so ein, dass die Expansion veränderlich ist, welches entweder mit der Hand, oder mit dem Centrifugalregulator bewirkt wird. Wir kommen weiter unten auf diese Vorrichtungen zurück; wir wollen zuvörderst die verschiedenen Systeme, von denen wir hier redeten, untersuchen, indem wir uns Rechenschaft von der mechanischen Arbeit des Dampfes in diesen verschiedenen Fällen zu geben suchen.

Mechanische Kraft des Dampfes. — Wir bestimmen die mechanische Kraft von 1 Kilogr. Dampf, bei verschiedenem Drucke: 1) ohne Condensation, mit oder ohne Expansion; 2) mit Condensation, mit oder ohne Expansion.

Die zu diesen Berechnungen unerlässlichen Data sind die Kenntniss der Temperatur, des Gewichts und des Volums von dem Dampfe unter verschiedenem Drucke; sie sind in der nachstehenden Tabelle vereinigt.

Tabelle über Temperaturen, Gewichte und Volumina des Dampfes, bei verschiedenem Drucke.

Druck des Dampfes bei seiner Bildung.			Temperaturen in hunderttheiligen Graden, welche dem verschiedenen Drucke entsprechen.	Volum in Litern von 1 Kilogr. Dampf, bei dem angegebenen Drucke und bei seiner wirklichen Temperatur.	Gewicht eines Cubikmeters Dampf in Kilogrammen.
In Atmosphären.	In Metern Quecksilber.	In Kilogrammen auf das Quadratmeter *).			
10,00	7,60	103 360	182,00	207,98	4,808
9,00	6,84	93 020	177,40	228,72	4,373
8,00	6,08	82 680	172,13	254,27	3,934
7,00	5,32	72 350	166,42	286,70	3,488
6,75	5,13	69 770	164,84	296,35	3,374
6,50	4,94	67 190	163,25	306,62	3,261
6,25	4,75	64 610	161,54	317,58	3,149
6,00	4,56	62 010	160,00	329,65	3,033
5,75	4,37	59 430	158,30	342,76	2,917
5,50	4,18	56 850	156,70	356,86	2,802
5,25	3,99	53 270	155,00	372,32	2,690
5,00	3,80	51 680	153,30	389,38	2,568
4,75	3,61	49 100	151,15	406,76	2,457
4,50	3,42	46 520	149,15	428,36	2,334
4,25	3,23	43 940	146,76	450,96	2,217
4,00	3,04	41 340	144,95	477,05	2,096
3,75	2,85	38 760	142,70	506,15	1,972
3,50	2,66	36 180	140,35	539,10	1,855
3,25	2,47	33 600	137,70	576,83	1,734
3,00	2,28	31 000	135,00	620,74	1,611
2,75	2,09	28 420	132,15	672,36	1,487
2,50	1,90	25 840	128,85	733,45	1,363
2,25	1,71	23 260	125,50	808,00	1,238
2,00	1,52	20 670	121,55	899,91	1,111
1,75	1,33	18 090	117,10	1016,66	0,984
1,50	1,14	15 510	112,40	1171,59	0,854
1,25	0,95	12 930	106,60	1384,36	0,722
1,00	0,76	10 340	100,00	1700,00	0,588
0,75	0,57	7 760	92,00	2217,20	0,451
0,50	0,38	5 180	82,00	3229,36	0,310
0,25	0,19	2 600	66,00	6198,38	0,161
0,125	0,095	1 300	51,45	11801,00	0,084
0,0625	0,0475	650	38,00	22570,00	0,044
0,0141	0,0107	145	12,0	91735,60	0,010

*) Diese Colonne giebt auch den Druck in Metern Wasser, wenn man durch ein Komma die drei letztern Ziffern einer jeden Zahl abschneidet.

Betrieb ohne Condensation und Expansion. — Man habe einen Cylinder mit einer Kolbenoberfläche S; der Druck des Dampfes bei seinem Einströmen in den Cylinder, durch eine Wassersäule ausgedrückt *), sey P; der Druck auf die entgegengesetzte Kolbenfläche P'; der von dem Kolben durchlaufende Raum H, so wird das Volum, welches der Dampf einnimmt, seyn $S + H = V$.

Wenn V den Nutzeffect des Dampfes in Cubikmetern ausdrückt, so wird T in Dynamien durch die Formel ausgedrückt:

$$T = V (P - P'). \quad (4)$$

Da nun keine Condensation stattfindet, so stellt P' den atmosphärischen Druck dar und gilt 10,34 Meter; indem man folglich P einen Werth giebt und V durch das Volum von 1 Kilogr. Dampf bei demselben Drucke P ersetzt, wird man die Arbeit von 1 Kilogr. Dampf erhalten.

Es sey $P = 1$ Atm. od. 10,34 M.; $V = 1{,}70$ M.^{3} : $V (P - P') = 0{,}00$ Dyn.
2 — 20,67; — 0,899: — 9,29.

Man kann den Nutzeffect T finden, indem man die schädlichen Effecte VP' von dem theoretischen Effecte VP abzieht; wenn in diesem Falle der Druck in Kilogrammen auf das Quadratmeter Oberfläche ausgedrückt wird, statt durch Wasserhöhen in Metern dargestellt zu werden, so drückt das Resultat nicht mehr Dynamien, sondern Kilogrammmeter aus; auf diese Weise ist die folgende Tabelle aufgestellt worden:

*) Sie ist durch die dritte Colonne der vorhergehenden Tafel gegeben, wenn man die drei letzten Ziffern einer jeden Zahl durch ein Komma trennt.

Tabelle über den Effect eines Kilogramm Dampf, in Kilogrammmetern, ohne Condensation und Expansion.

Druck des Dampfes bei seiner Bildung.	Theoretischer Effect des Dampfes. (V P).	Schädlicher Effect des atmosphärischen Drucks. (V P′).	Nutzeffect des Dampfes. (T = V P — V P′).
Atmosphäre.	Kilogrammmeter.	Kilogrammmeter.	Kilogrammmeter.
0,25	16115	„	„
0,50	16728	„	„
0,75	17205	„	„
1,00	17566	17566	0000
1,125	17731	15760	1970
1,250	17879	14303	3576
1,375	18025	13108	4916
1,500	18152	12101	6051
1,625	18268	11242	7026
1,750	18382	10504	7878
1,875	18484	9858	8626
2,00	18586	9293	9293
2,25	18779	8346	10433
2,50	18947	7578	11368
2,75	19098	6945	12153
3,00	19238	6412	12825
3,25	19380	5963	13417
3,50	19508	5573	13934
3,75	19622	5232	14389
4,00	19723	4930	14792
4,50	19914	4425	15489
5,00	20106	4021	16085
5,50	20287	3688	16598
6,00	20450	3408	17042
6,50	20603	3169	17433
7,00	20748	2964	17784
7,50	20889	2785	18104
8,00	21017	2627	18390
9,00	21253	2361	18892
10,00	21486	2148	19337

Betrieb mit Condensation ohne Expansion. — Wenn der Dampf hinter dem Kolben condensirt wird, so wird der Werth von P' 0 (4): allein da die Luftleere nie vollkommen ist, so bleibt stets ein Druck von wenigstens 0,05 Meter Quecksilber; man hat demnach P' in einer Wassersäule = 0,65 Meter, und man findet in diesem Falle die folgenden Resultate:

Für $P = 1$ Atm. = 10,34 M.; $V = 1{,}70$ C. M.: $V(P - 0{,}65) = 16{,}47$ Dyn.
2 20,67; 0,899: 17,99 —

Nimmt man an, dass die Condensation die Luftleere nur bis auf $\frac{1}{8}$ Atmosphäre macht, so hat man eine Temperatur von 51,45°, welches der gewöhnlichste Fall ist; der Druck P' beträgt 1,30 Meter, und man findet:

Für $P = 1$ Atm.: $V(P - 1{,}30) = 15{,}36$ Dyn.;
2 17,41 —

Man berechnet VP und VP' für sich, wie weiter oben, und es entsteht dadurch die nachstehende Tabelle:

Tabelle über den Effect eines Kilogramms Dampf in Kilogrammmetern, mit Condensation, aber ohne Expansion.

Druck des Dampfes bei seiner Bildung (Atmosphären).	Spannung im Condensator, von 1/8 Atmosphäre.			Spannung im Condensator, 1/10 Atmosphäre.			Spannung im Condensator, 1/12 Atmosphäre.		
	Theoretischer Effect des Dampfes. (V P)	Schädlicher Effect der Spannung im Condensator. (V P′)	Nutzeffect des Dampfes. (T=V P—V P′)	Theoretischer Effect des Dampfes. (V P)	Schädlicher Effect der Spannung im Condensator. (V P′)	Nutzeffect des Dampfes. (T=V P—V P′)	Theoretischer Effect des Dampfes. (V P)	Schädlicher Effect der Spannung im Condensator. (V P′)	Nutzeffect des Dampfes. (T=V P—V P′)
0,25	16115,8440	8007,8160	8108,024	16115,8440	6408,732	9707,108	16115,8440	5336,478	10779,362
0,50	16728,2920	4171,8680	12556,424	16728,2920	3338,786	13389,506	16728,2920	2780,169	13948,123
0,75	17205,4720	2864,3640	14341,108	17205,4720	2292,378	14913,094	17205,4720	1908,837	15296,635
1,00	17566,3995	2196,0124	15370,3871	17566,3995	1757,4898	15808,9097	17566,3995	1463,4417	16102,9578
1,125	17731,1750	1970,3000	15760,875	17731,1750	1576,850	16154,325	17731,1750	1313,025	16418,150
1,250	17879,8960	1788,1280	16091,768	17879,8960	1431,056	16448,840	17879,8960	1191,624	16688,272
1,375	18025,2324	1638,7728	16386,4596	18025,2324	1311,5256	16713,7068	18025,2324	1092,0924	16933,1400
1,500	18152,4627	1512,8028	16639,6599	18152,4627	1210,7106	16941,7521	18152,4627	1008,1449	17144,3178
1,625	18268,5132	1410,8576	16857,6556	18268,5132	1124,7852	17143,7280	18268,5132	936,5958	17331,9174
1,750	18382,6104	1313,1888	17069,4216	18382,6104	1050,9576	17331,6528	18382,6104	875,1204	17507,40
1,875	18484,6742	1232,4388	17252,2354	18484,6742	989,6326	17495,0416	18484,6742	821,3079	17663,3663
2,00	18586,4640	1161,7664	17424,6976	18586,4640	929,7728	17656,6912	18586,4640	774,2112	17812,2528
2,25	18779,9304	1043,4192	17736,5112	18779,9304	835,0584	17944,872	18779,9304	695,3436	18084,5868
2,50	18947,0054	947,4236	17999,5818	18947,0054	758,2322	18188,7732	18947,0054	631,3713	18315,6341
2,75	19098,9120	868,2240	18230,688	19098,9120	694,848	18404,064	19098,9120	578,592	18520,320
3,00	19238,6025	801,6860	18436,9165	19238 6025	641,594	18597,0055	19238,6025	534,2505	18704,3520
3,25	19380,8530	745,4840	18635,369	19380,8530	596,618	18784,235	19380,8530	496,797	18884,056
3,50	19508,0989	696,7756	18812,3233	19508,0989	557,6362	18950,4627	19508,0989	464,3373	19043,7616
3,75	19622,1628	654,1496	18968,0132	19622,1628	523,5142	19098,6486	19622,1628	435,9243	19186,2385
4,00	19723,3140	616,4132	19106,9008	19723,3140	493,3214	19229,9926	19723,3140	410,7831	19312,5309
4,50	19914,7256	553,2344	19361,4912	19914,7256	442,7588	19471,9668	19914,7256	368,6802	19546,0454
5,00	20106,7425	502,7172	19604,0253	20106,7425	402,3294	19704,4131	20106,7425	335,0151	19771,7274
5,50	20287,2667	461,1148	19826,1519	20287,2667	369,0346	19918,2321	20287,2667	307,2909	19979,9758
6,00	20450,8980	426,1016	20024,7964	20450,8980	341,0132	20109,8848	20450,8980	283,9578	20166,9402
6,50	20603,4926	396,2564	20207,2362	20603,4926	317,1278	20286,3648	20603,4926	264,0687	20339,4239
7,00	20748,5460	370,5456	20378,0004	20748,5460	296,5512	20451,9948	20748,5460	246,9348	20501,6112
7,50	20889,7535	348,1940	20541,5595	20889,7535	278,663	20611,0905	20889,7535	232,0395	20657,7040
8,00	21017,2560	328,4264	20688,8296	21017,2560	272,8428	20754,4132	21017,2560	218,8662	20798,3898
9,00	21253,9275	295,2220	20958,7055	21253,9275	236,269	21017,6585	21253,9275	196,7385	21057,1890
10,00	21486,4650	268,6068	21217,8582	21486,4650	214,9686	21271,4964	21486,4650	179,0119	21307,4531

Betrieb mit Expansion. — Bei den Maschinen dieser Art umfasst die Wirkung des Dampfes zwei Theile, den Effect bei vollem Dampfe und den Effect der Expansion, welche darauf folgt; diese letztere ist es, welche wir bestimmen wollen.

Es sey *abcd* der Cylinder (Fig. 3 der S. 347 angehefteten Tafel) und *mp* die Stellung des Kolbens, wenn man das Einströmen des Dampfes unterbricht; stellen wir durch *ae* den Druck $Q = SP$ auf die Kolbenoberfläche dar, nennen wir h den Theil *ap* bei vollem Dampfe und V das entsprechende Volum; H die ganze Länge des Kolbenlaufs *ac* und V' das Volum des Cylinders; der Effect bei vollem Dampfe wird alsdann durch die Oberfläche des Rechtecks *apnc* oder durch VP dargestellt werden.

Von p bis c nimmt der Druck ab und kann an jedem Puncte des Laufs dargestellt werden durch die Ordinate einer Curve *nf*; nimmt man an, dass sie im umgekehrten Verhältnisse der Volumina stehen, welches nicht ganz genau ist, indem die Temperatur mit dem Drucke sinkt, welches man jedoch annehmen kann, — so findet man, dass diese Curve eine Hyperbel sey, bei welcher die Oberfläche *pnfc* die Wirkung der Expansion darstellt. Diese Oberfläche ist gleich:

$$2{,}3026 \left(\text{Log. } \frac{H}{h}\right) \times VP,$$

oder, was auf dasselbe hinausläuft:

$$2{,}3026 \left(\text{Log. } \frac{V'}{V}\right) VP.$$

Nimmt man nun an, dass der Effect vor der Expansion, d. h. VP, gleich 1 sey, so wird der Effect der Expansion dargestellt werden durch:

$$2{,}3026 \text{ Log. } \frac{V'}{V}. \quad (5)$$

Wenn man in dieser Gleichung macht:

$\frac{V'}{V} = 2$, so findet man für die Expansion das Verhältniss 0,693;

3	—	—	1,085;
4	—	—	1,386;
5	—	—	1,609.

Indem man nun den Punct, an welchem die Expansion beginnt, in Decimalbrüchen des Kolbenlaufs ausdrückt und daraus die erste Colonne bildet, hat man die nachstehende Tabelle aufgestellt. Die Zahlen der zweiten Tabelle sind durch die Formel (5) berechnet; die der dritten, indem man zu denen der zweiten die Einheit hinzusetzt; und die der vierten, indem man die Zahl der zweiten Colonne mit dem Verhältnisse, welches in der ersten ausgedrückt worden ist, multiplicirt.

Tabelle, welche das Calcul des Effects von dem Dampfe bei verschiedenen Expansionen enthält.

Punct des Kolbenlaufs, an welchem die Expansion beginnt.	Effect der Expansion, der Effect bei vollem Dampfe zu 1 angenommen.	Ganzer Effect, der Effect bei vollem Dampfe = 1.	Verhältniss des ganzen Effects mit Expansion zum ganzen Effect ohne Expansion, während des vollständigen Kolbenlaufs.	Punct des Kolbenlaufs, an welchem die Expansion beginnt.	Effect der Expansion, der Effect bei vollem Dampfe zu 1 angenommen-	Ganzer Effect, der Effect bei vollem Dampfe = 1.	Verhältniss des ganzen Effects mit Expansion zum ganzen Effect ohne Expansion, während des vollständigen Kolbenlaufs.
0,01	4,6052	5,6052	0,056	0,51	0,6733	1,6733	0,854
0,02	3,9120	4,9120	0,098	0,52	0,6539	1,6539	0,860
0.03	3,5066	4,5076	0,135	0,53	0,6348	1,6348	0,866
0,04	3,2189	4,2189	0,179	0,54	0,6162	1,6162	0,873
0,05	2,9958	3,9958	0,200	0,55	0,5978	1,5978	0,879
0,06	2,8134	3,8134	0,229	0,56	0.5798	1,5798	0,885
0,07	2,6703	3,6703	0,257	0,57	0,5621	1,5621	0,890
0,08	2,5257	3,5257	0,282	0,58	0,5447	1,5447	0,896
0,09	2,4080	3,4080	0,307	0,59	0,5276	1,5276	0,901
0,10	2,3026	3,3026	0,330	0,60	0,5108	1,5108	0,906
0,11	2,2073	3,2073	0,353	0,61	0,4943	1,4943	0,912
0,12	2,1203	3,1203	0,374	0,62	0,4780	1,4780	0,916
0,13	2,0400	3,0400	0,389	0,63	0,4620	1,4620	0,921
0,14	1,9661	2,9661	0,415	0,64	0,4460	1.4460	0,925
0,15	1,8971	2,8971	0,435	0,65	0,4307	1,4307	0,9299
0,16	1,8326	2,8326	0,453	0,66	0,4155	1,4155	0,9342
0,17	1,7720	2,7720	0,471	0,67	0,4012	1,4012	0,9388
0,18	1,7148	2,7148	0,489	0,68	0,3853	1,3853	0,9420
0,19	1,6607	2,6607	0,506	0,69	0,3718	1,3718	0,9465
0,20	1,6094	2,6094	0,522	0,70	0,3563	1,3563	0,9494
0,21	1,5607	2,5607	0,538	0,71	0.3424	1,3424	0,5931
0,22	1,5207	2,5207	0,555	0,72	0,3284	1,3284	0,9564
0,23	1,4697	2,4697	0,569	0,73	0,3147	1,3147	0,9597
0,24	1,4271	2,4271	0,583	0.74	0,3011	1,3011	0,9628
0,25	1,3863	2,3863	0,597	0.75	0,2877	1,2877	0,9658
0,26	1,3471	2,3471	0,610	0,76	0,2723	1,2723	0,9669
0.27	1,3093	2.3093	0,624	0,77	0,2614	1,2614	0,9713
0,28	1.2730	2,2730	0,636	0,78	0.2466	1,2466	0,9723
0,29	1,2378	2,2378	0,649	0,79	0,2357	1,2357	0,9762
0,30	1,2040	2,2040	0,661	0,80	0,2231	1,2231	0,9785
0,31	1,1712	2,1712	0,673	0,81	0,2107	1,2107	0,9807
0,32	1,1394	2,1394	0,685	0,82	0,1984	1,1984	0,9827
0,33	1,1087	2,1087	0,696	0,83	0,1863	1,1863	0,9846
0,34	1.0788	2,0788	0,707	0,84	0,1743	1,1743	0,9864
0,35	1,0498	2,0498	0.717	0,85	0,1625	1,1625	0,9881
0,36	1,0217	2,0217	0,729	0,86	0,1507	1,1507	0,9896
0,37	0,9943	1.9943	0,738	0,87	0,1392	1.1392	0,9911
0,38	0,9676	1,9676	0,748	0,88	0,1278	1,1278	0,9925
0,39	0,9416	1,9416	0,757	0,89	0,1164	1,1164	0,9936
0,40	0,9163	1,9163	0,767	0,90	0,1054	1,1054	0 9949
0,41	0,8917	1,8917	0.776	0 91	0,0943	1,0943	0,9959
0,42	0,8674	1,8674	0,784	0,92	0,0833	1,0833	0,9966
0,43	0,8440	1,8440	0,793	0,93	0,0725	1,0725	0,9974
0,44	0,8209	1,8209	0,801	0,94	0,0618	1,0618	0,9981
0,45	0,7985	1,7985	0,810	0,95	0,0513	1,0513	0,9987
0,46	0,7765	1,7765	0,817	0.96	0,0408	1,0408	0,9992
0,47	0,7550	1,7550	0,825	0.97	0,0307	1,0307	0,9998
0,48	0,7340	1,7340	0,832	0,98	0,0202	1,0202	0,9998
0,49	0,7133	1,7133	0,840	0,99	0,0110	1,0110	1,0000
0,50	0,6932	1,6932	0,846	0,00	0,0011	1,0011	1,0000

Wenn man statt $VP = 1$ zu machen, man ihm den Werth ertheilte, der einem gewissen Drucke entspricht, so würde man den der Expansion von 1 Kilogr. Dampf bei diesem Drucke entsprechenden Effect erlangen. Es sey, z. B., $\frac{V'}{V} = 4$ (0,25 des Laufs) und $P = 3$ Atmosphären oder 31,00 Meter.

$$VP = 0{,}62 \text{ C. M.} \times 31 = 19{,}22 \text{ Dyn.}$$

$1{,}38 \times 19{,}22 = 26{,}52$ Dyn. stellt demnach den Effect der Expansion bei $\frac{1}{4}$ von 1 Kilogr. Dampf von 3 Atmosphären dar, indem man hinter den Kolben eine vollständige Luftleere annimmt.

Um den ganzen Effect des Dampfes zu erlangen, muss man zu dem gefundenen Resultate des Effectes VP vor der Expansion addiren und davon den Effect abziehen, der von dem Drucke P' des Condensators während des ganzen Laufs H herrührt, d. h., $V'P'$.

Wenn $P' = 0{,}65$ Meter; $V' = 4 \times 0{,}62$ Cubikmeter $= 2{,}48$ Cubikmeter; so ist $V'P' = 1{,}61$ Dyn. — und der Effect des Dampfes ist:

$$19{,}22 + 26{,}52 - 1{,}61 = 44{,}13 \text{ Dyn.}$$

Die Folge dieser Processe ist auf eine allgemeine Weise durch die Formel dargestellt:

$$T = PV\,(1 \times 2{,}3026 \text{ Log. } \frac{V'}{V} - P'V'. \quad (6),$$

welche den ganzen Effect von 1 Kil. Dampf mit Expansion, mit oder ohne Condensation, darstellt.

Nehmen wir, z. B., an, dass $P = 3$ Atmosphären oder 31,00 Meter sey; dass die Condensation bei 38° erfolge, daher $P' = 0{,}65$ Meter; und dass man den Dampf bis zur Grenze der Condensation expandire, wo $V' = 22{,}57$ Cubikmet. (dem Volum von 1 Kilogr. Dampf bei 38°); so wird man haben:

$$PV = 31 \text{ M.} \times 0{,}62 \text{ C. M.}, 62 = 19{,}22 \text{ Dyn.},$$

$$2{,}3026 \text{ Log. } \frac{V'}{V} = 2{,}3026 \text{ Log. } \frac{22{,}57}{0{,}62} = 3{,}588;$$

$$P'V' = 0{,}65 \text{ M.} \times 22{,}57 = 14{,}67 \text{ Dyn.; daher}$$

$$PV\left(1 + 2{,}3026 \text{ Log. } \frac{V'}{V}\right) - P'V' = 19{,}22 \times 4{,}588 - 14{,}67 = 73{,}54 \text{ Dyn.}$$

Es ist dies der grösste Nutzeffect, den man von 1 Kil. Dampf bei dem Drucke von 3 Atmosphären erhalten kann.

Man treibt die Expansion selten weiter, als $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ (0,20 bis 0,166), mit Ausnahme der Wasserhebungsmaschinen mit directer Bewegung, bei denen der Druck des Dampfes am Ende des Laufs zuweilen den Druck des Condensators erreicht. Bei den Maschinen ohne Condensation ist die Grenze der Expansion der atmosphärische Druck; wäre sie stärker, so würde kein Nutzeffect mehr stattfinden, sondern im Gegentheile ein schädlicher Effect.

Man hat in der nachstehenden Tabelle den Effect von 1 Kilogr. Dampf bei verschiedenen Expansionen von $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ angegeben; in jedem von diesen Fällen erhält man den ganzen theoretischen oder Bruttoeffect, indem man denselben ohne Expansion mit den Zahlen der dritten Colonne in der vorhergehenden Tabelle, über die Berechnung des Effects von dem Dampfe bei verschiedenen Expansionen, multiplicirt,

welches den Werth von $PV\left(1 \times 2{,}3026 \text{ Log. } \frac{V'}{V}\right)$ giebt; — man erhält den schädlichen Effect $V'P'$, indem man den schädlichen Effect ohne Expansion, d. h., VP' mit dem Verhältnisse $\frac{V'}{V}$, multiplicirt. Die Differenz giebt den Nutzeffect.

Man sehe die nachstehende Tabelle.

Tabelle über den Nutzeffect von einem Kilogramm Dampf in Kilogrammmetern mit Expansion und Condensation, die Spannung im Condensator zu $\frac{1}{8}$ Atmosphäre angenommen.

Druck des Dampfes bei seiner Bildung. (Atmosphären.)	Effect bei vollem Dampfe.			Expansion bei $\frac{1}{2}$ (0,50).			Expansion bei $\frac{1}{3}$ (0,33).			Expansion bei $\frac{1}{4}$ (0,25).			Expansion bei $\frac{1}{5}$ (0,20).		
	Ganzer Effect des Dampfes.	Schädlicher Effect des Drucks im Condensator.	Nutzeffect des Dampfes.	Ganzer Effect des Dampfes.	Schädlicher Effect des Drucks im Condensator.	Nutzeffect des Dampfes.	Ganzer Effect de Dampfes.	Schädlicher Effect des Drucks im Condensator.	Nutzeffect des Dampfes.	Ganzer Effect des Dampfes.	Schädlicher Effect des Drucks im Condensator.	Nutzeffect des Dampfes.	Ganzer Effect des Dampfes.	Schädlicher Effect des Drucks im Condensator.	Nutzeffect des Dampfes.
0,25	16115	8007	8108	27335	16015	11220	33521	24023	9497	38517	32031	6485	42062	40039	2023
0,50	16728	4171	12556	28270	8343	19926	34794	12515	22278	39979	16687	23292	43660	20859	22800
0,75	17205	2864	14341	29076	5728	23347	35786	8593	27193	41119	11457	29662	44905	14321	30583
1,00	17566	2196	15370	29686	4392	25294	36537	6588	29949	41982	8784	33198	45847	10980	34867
1,125	17731	1970	15760	29965	3940	26024	36880	5910	30969	42377	7881	34495	46277	9851	36426
1,250	17879	1788	16091	30217	3576	26640	37190	5364	31826	42733	7152	35580	46666	8940	37726
1,375	18025	1638	16386	30462	3277	27184	37492	4916	32575	43079	6555	36524	47045	8193	38851
1,500	18152	1512	16639	30676	3025	27651	37756	4538	33217	43383	6051	37332	47376	7564	39812
1,625	18268	1410	16857	30872	2821	28051	37999	4232	33766	43660	5643	38017	47679	7054	40625
1,750	18382	1313	17069	31067	2626	28440	38236	3939	34297	43935	5252	38682	47979	6565	41413
1,875	18484	1232	17252	31239	2464	28774	38448	3667	34781	44179	4929	39249	48245	6162	42083
2,00	18586	1161	17424	31410	2323	29086	38658	3485	35173	44420	4647	39773	48509	5808	42700
2,25	18779	1043	17736	31738	2086	29651	39062	3130	35932	44884	4173	40710	49005	5217	43798
2,50	18947	947	17999	32020	1894	30125	39409	2842	36567	45283	3789	41493	49451	4737	44714
2,75	19098	868	18230	32277	1736	30540	39725	2604	37121	45646	3472	42173	49848	4341	45507
3,00	19238	801	18436	32513	1603	30910	40017	2405	37612	45981	3206	42774	50213	4008	46205
3,25	19380	745	18635	32753	1490	31262	40312	2236	38076	46320	2981	43338	50584	3727	46856
3,50	19508	696	18812	32968	1393	31574	40576	2090	38486	46624	2787	43837	50915	3483	47432
3,75	19622	654	18968	33161	1308	31852	40813	1962	38851	46896	2616	44279	51213	3270	47942
4,00	19723	616	19106	33331	1232	32099	41023	1849	39174	47137	2465	44672	51477	3082	48394
4,50	19914	553	19361	33656	1106	32549	41423	1659	39763	47596	2212	45383	51978	2766	49211
5,00	20106	502	19604	33980	1005	32975	41822	1508	40314	48055	2010	46044	52479	2513	49965
5,50	20287	461	19826	34283	922	33360	42196	1383	40813	48485	1844	46641	52949	2305	50643
6,00	20450	426	20024	34562	852	33709	42538	1278	41259	48877	1704	47173	53377	2130	51246
6,50	20603	396	20207	34819	792	34026	42854	1188	41665	49241	1585	47656	53773	1981	51792
7,00	20748	370	20378	35064	741	34323	43157	1111	42046	49587	1482	48105	54152	1852	52299
7,50	20889	348	20541	35304	696	34607	43451	1044	42406	49927	1392	48534	54522	1740	52781
8,00	21017	328	20688	35518	656	34861	43715	985	42730	50230	1313	48916	54854	1642	53212
9,00	21253	295	20958	36019	590	35428	44208	885	43322	50797	1180	49616	55472	1476	53996
10,0	21486	268	21217	36311	537	35774	44690	805	43885	51351	1074	50277	56078	1343	54735

Um endlich die relativen Wirkungen des Effectes von dem Dampfe in den verschiedenen Systemen von Maschinen, von denen wir geredet haben, deutlicher zu machen, haben wir die Curven auf der anliegenden Tafel construirt. Die Linie der Abscissen stellt den Druck des Dampfes dar, die der Ordinaten den Effect von 1 Kilogr. Dampf bei den verschiedenen angegebenen Pressungen.

Man ersieht aus der blossen Ansicht der Curven, die sich auf die verschiedene Art und Weise der Benutzung des Dampfes beziehen, die ungeheure Ueberlegenheit der Condensations- und Expansionsmaschinen gegen alle übrigen Systeme.

Man sehe die bei dieser Seite befindliche lithographirte Tafel.

Berechnung der Dampfmaschinen.

Methoden der Berechnung. — Die wichtigste Berechnung der Dampfmaschinen besteht in der Bestimmung der Dimensionen des Cylinders, wenn man die zu schaffende Kraft und die Art und Weise kennt, nach welcher man den Dampf benutzen kann.

Diese Aufgabe kann auf zweierlei Weise gelös't werden, entweder indem man zuvörderst das nöthige Dampfvolum berechnet und indem man darauf das des Cylinders nach der Kolbengeschwindigkeit sucht; oder indem man den Kolbendurchmesser, nach der Geschwindigkeit und nach dem Drucke, der auf ihn ausgeübt wird, direct bestimmt.

Es sey A die Nominalkraft der Maschine in Pferdekräften von 75 Kilogrammmetern;

d, der Coefficient des Nutzeffects, in Decimalbrüchen ausgedrückt;

P, der Druck des Dampfes auf das Quadratmeter in Kilogrammen;

V, das Volum von 1 Kilogr. Dampf bei diesem Drucke in Cubikmetern;

P', der Druck in Kilogrammen hinter dem Kolben, entweder im Condensator, oder in der Atmosphäre;

N, die Anzahl der zu benutzenden Kilogrammen Dampf;

V', das Volum von 1 Kilogr. Dampf bei einer angenommenen Expansion.

Man wird für eine Expansionsmaschine haben:

$$\frac{A \times 75}{d} = N V \, (P - P')$$

daher

$$N V = \frac{75\,A}{d\,(P - P')}. \quad (7)$$

Kennt man nun das Volum $N V$ des in der Secunde zu verbrauchenden Dampfes, so ist es hinreichend, dasselbe durch die Geschwindigkeit des Kolbens V zu dividiren, um seine Oberfläche zu erhalten:

$$\frac{N V}{v} \; S = \pi R^2.$$

Hätte die Maschine Expansion, so würde man für den Effect von 1 Kilogr. Dampf in Kilogrammmetern haben:

$$T = P V \left(1 \times 2{,}3026 \text{ L.} \frac{V'}{V}\right) - P' V' \text{ und } \frac{75\;A}{d} = N T;$$

daher:

$$N = \frac{75\ A}{d\,T};\quad (8)$$

$\frac{N\,V'}{v} = S = \pi R^2$ wird die Kolbenoberfläche geben.

Anwendungen. — Es sey der Kolbendurchmesser einer Maschine von 100 Pferdekräften mit Condensation, aber ohne Expansion, indem man Dampf von 3 Atmosphären oder bei 31000 Kilogr. Druck anwendet, gesucht worden; macht man $d = 0{,}40$, so hat man:

$$N\,V = \frac{75 \times 100}{0{,}40\ (31000 - 650)} = \frac{7500}{12140} = 0{,}617 \text{ C. M.}$$

Wenn die Kolbengeschwindigkeit 1 Meter ist, so wird seine Oberfläche 617 Quadratmeter, sein Durchmesser 0,89 Meter seyn; und wenn die Maschine 50 Umdrehungen oder 30 Kolbenzüge in der Minute machen muss, so wird der Kolbenlauf seyn:

$$C = \frac{60\ v}{2\ n} = \frac{60}{2 \times 15} = 2{,}00 \text{ M.};$$

bei 3 Atmosphären beträgt das Volum von 1 Kilogr. Dampf 0,62 Cubikmeter; man hat demnach für den Dampfverbrauch in der Stunde: $\frac{3600 \times N\,V}{0{,}62} = \frac{3600 \times 0{,}617}{0{,}62} =$ 3582 Kil., d. h., ohngefähr 35 bis 36 Kil. Steinkohle in der Stunde und auf die Pferdekraft. Die Heizoberfläche der Kessel wird $\frac{3582}{25} = 144$ Quadratmeter seyn.

Wir wollen jetzt annehmen, dass man Dampf von 6 Atmosphären gebraucht und Condensation, sowie Expansion bei 0,20 ($\frac{1}{5}$) des Laufs gebraucht.

Bei 6 Atmosphären, oder bei 62000 Kilogr. Druck, beträgt das Volum V von 1 Kilogr. Dampf 0,329 Cubikmeter; das Volum V' wird seyn $\frac{0{,}329}{0{,}20} = 1{,}645$ Cubikmeter. Nach der Tabelle von dem Effecte der Expansion hat man: 2,3026 Log. 5 = 1,6094, demnach wird man haben:

$$T = (62000 \times 0{,}329)\ (1 \times 1{,}609) - 650 \times 1{,}645 \text{ C. M.} = 20398 \times 2{,}60 - 1069$$
$$= 51965 \text{ Kilogrammmeter.}$$

Andererseits hat man, indem man $d = 0{,}40$:

$$\frac{75\ A}{d} = \frac{7500}{0{,}40} = 18750 \text{ Kil.}$$

Und da man haben muss:

$$\frac{75\ A}{d} = N\,T;$$

so folgert man daraus:

$$N = \frac{18750}{51965} = 0{,}36.$$

Nimmt man eine grosse Geschwindigkeit an und ist, z. B., $V = 2{,}00$ M.; so wird die Kolbenoberfläche gegeben seyn durch:

$$S = \frac{N\,V'}{v} = \frac{0{,}36 \times 1{,}645}{2} = 0{,}296 \text{ Quadratmeter.}$$

Sein Durchmesser wird seyn 0,614 M.

Wenn die Maschine 30 Umgänge in der Minute macht, so wird der Kolbenlauf seyn:

$$C = \frac{60\,v}{2\,n} = \frac{120}{60} = 2{,}00 \text{ M.}$$

Der Dampfverbrauch bei 6 Atmosphären wird in der Stunde und in Kilogrammen seyn

$$3{,}60 \times N = 1296 \text{ Kil.}:$$

d. h. auf die Pferdekraft werden 13 Kilogr. erforderlich seyn. Jedoch wollen wir wegen der Verluste die Heizoberfläche des Kessels auf 1600 Kilogr. berechnen und sie wird 64 Quadratmeter betragen.

Die obigen Berechnungen können durch die Benutzung der Tabellen vereinfacht werden, indem dieselben den Nutzeffect von 1 Kilogr. Dampf für die verschiedenen Benutzungen des Dampfes unmittelbar angeben.

Directe Berechnung. — Man kann auch die Dimensionen eines Dampfcylinders auf eine andere Weise berechnen. Es sey immer $\frac{75\,A}{d}$ die theoretische Kraft der Machine und v die Kolbengeschwindigkeit, so müsste man haben:

$$(P-P')\,S\,v = \frac{75\,A}{d},$$

woraus man ableitet:

$$S = \frac{75\,A}{(P-P')\,v\,d}. \quad (9)$$

Wenn die Maschine mit Expansion arbeitet und man K das Verhältniss des ganzen Effects mit Expansion zu dem ganzen Effect ohne Expansion nennt, nämlich während eines vollständigen Kolbenlaufs (ein Verhältniss, welches durch die Tabellen gegeben worden is), so wird man für die theoretische Kraft der Maschine bei vollem Dampfe haben $\frac{75\,A}{d\,K}$ und für die Kolbenoberfläche:

$$S = \frac{75\,A}{(P-P')\,v\,d\,K}. \quad (10)$$

Diese Methode ist, wie man sieht, weit einfacher und weit schneller, als die vorhergehende. Wir wollen sie auf eine Maschine von 100 Pferdekräften, bei 3 Atmosphären Druck mit Condensation, aber ohne Expansion, anwenden.

Es sey die Kolbengeschwindigkeit 1 Meter, so findet man seine Oberfläche:

$$S = \frac{75\,A}{(P-P')\,v\,d} = \frac{7500}{30350 \times 1 \times 0{,}40} = 0{,}617 \text{ Quadratmeter.}$$

Wenn die Maschine 15 Umdrehungen macht, so wird der Kolbenlauf 2 Meter betragen, das Volum des Cylinders $= 0{,}617 \times 2 = 1{,}234$ Cubikmet. Der Dampfverbrauch beträgt:

In der Minute $1{,}234 \times 30$ Kolbenzüge $= 37{,}02$ C. M.;

In der Stunde $37{,}02 \times 60 = 2221{,}10$ C. M.

Da das Kilogramm Dampf 0,62 Cubikm., so wird das Volum 2221,20 wiegen, $\frac{2221}{0{,}62} = 3582$ Kilogr. — Es sind dies die bereits durch die andere Methode erlangten Resultate.

Wenn die Maschine mit einer Expansion von 0,20 des Kolbenlaufs arbeitete und wenn der Druck 6 Atmosphären betrüge, so würde man in den Tabellen $K = 0{,}522$ finden, und man würde haben, indem man $v = 2$ Meter macht:

$$S = \frac{75\ A}{(P-P')\ v\,d\,K} = \frac{7500}{25582{,}95} = 0{,}296 \text{ Quadratm.}$$

Es ist dies das schon weiter oben gefundene Resultat. Die Maschine, welche 30 Umgänge in der Minute macht, wird verbrauchen:

$$0{,}296 \text{ Quadratmet. } (0{,}20 \times 2{,}00 \text{ M.}) \times 60 \times 60 = 426{,}24 \text{ C. M.},$$

welche wiegen $\frac{426{,}24}{0{,}329} = 1299$ Kil.

Gebräuche der Maschinenbauer. — Die hier beschriebenen Methoden dienen dazu, die Dimensionen der Maschinen in den verschiedenen Fällen, welche wir betrachtet haben, genau zu bestimmen. Die Maschinenbauer aber, welche durch die Bedingungen ihrer Verkäufe meistentheils genöthigt sind, die Maschinen mit einer bedeutendern Kraft abzuliefern, als ihre Nominalkraft beträgt, haben weit stärkere Dimensionen angenommen, als die angegebenen Dimensionen, welche aus gewissen practischen Regeln hervorgehen, die nach den Fabriken und nach der Bestimmung der Apparate verschieden sind. — Wir reden hier nur von einigen Hüttenmaschinen.

Die englischen Maschinenbauer, welche von der Geschwindigkeit von 1,00 Met. in der Secunde bei den Niederdruckmaschinen ausgehen, geben dem Kolben eine Oberfläche von 140—175 Quadratcentimetern auf die Pferdekraft, d. h., ein Volum des Cylinders von 14000 bis 17500 Cubikcentimetern.

Die Herren Gebrüder Schneider zu Creusot, welche von einer Kolbengeschwindigkeit von 2 Meter in der Secunde bei Maschinen von 3 Atmosphären ausgehen, geben dem Cylinder 75—80 Quadratcentimeter Querschnitt auf die Pferdekraft, d. h., ein Volum von 15000 Cubikcentimetern.

Herr Farcoz, der eine Geschwindigkeit von 2,60 Metern in der Secunde annimmt, sowie einen Druck von 4 Atmosphären, giebt dem Kolben eine Oberfläche von 41 Quadratcentimetern auf die Pferdekraft, d. h., ein Volum von 10660 Cubikcentimet.

Hr. Cavé, dessen Maschinen im Allgemeinen mit 6 Atmosphären und mit einer Geschwindigkeit von 1,20 bis 1,50 Meter in der Secunde gehen, giebt dem Kolben 80 Quadratcentimeter auf die Pferdekraft, d. h., 9600 bis 12000 Cubikcentimeter.

Durch diese Beispiele lässt sich leicht die Verschiedenheit erachten, welche die Dimensionen der Dampfmaschinen untereinander darbieten. Wir haben dies anführen zu müssen geglaubt, um die Verschiedenheiten zu erklären, welche man zwischen den Resultaten unserer Berechnungen und der Praxis der Maschinenbauer wahrnehmen könnte.

Berechnung der Kraft einer Maschine. — Wenn die Dimensionen einer Maschine und die Bedingungen ihres Baues gegeben worden sind, so ist es leicht, sich Rechenschaft von ihrer Kraft zu geben. Bei einer Maschine von Expansion hat man:

$$S = \frac{75\ A}{(P-P')\ v\,d},$$

woraus man ableitet:

$$A = \frac{(P-P_{,})\ S\,v\,d}{75}. \quad (11)$$

Wenn nun die Maschine arbeitet, so hat man:

$$S = \frac{75\ A}{(P-P')\ v\ d\ K}$$

woraus man zieht:

$$A = \frac{(P-P')\ S\ v\ d\ K}{75}. \quad (12)$$

In diesen Formeln bezeichnen:

P den Druck auf das Quadratmeter in Kilogrammen, sowie man es von der Beobachtung des Manometers am Kessel ableitet.

P' den atmosphärischen Druck, wenn die Maschine ohne Condensation arbeitet und der gleich 0,76 Meter Quecksilber, oder gleich 0,34 Meter Wasser, oder 10340 Kilogr. Druck auf das Quadratmeter ist. — Bei einer Condensationsmaschine stellt *P'* den Druck in dem Condensator dar und lässt sich berechnen, indem man das Barometer des Condensators beobachtet. Wenn es 0,048 Meter unter 0,76 bezeichnet, so wird, 0,048 Meter × 13,60 (Dichtigkeit des Quecksilbers) = 0,65 Meter, den Druck *P'* in Metern Wasser ausdrücken, und der Druck auf das Quadratmeter wird 650 Kilogr. betragen.

v, die Kolbengeschwindigkeit, berechnet sich durch die Messung der Länge seines Laufs, und indem man die Anzahl der Kurbelumgänge beobachtet, erhält man

$$v = \frac{2\ C\ n}{60}.$$

Der Coefficient *d* ist willkürlich, und man macht ihn bei kleinen Maschinen = 0,30, und bei Maschinen von mehr als 40 Pferdekräften, vorausgesetzt, dass sie sich in einem guten Zustande befinden, = 0,40.

Der Coefficient *K*, welcher sich auf die Expansion bezieht, befindet sich in den Tabellen, wenn man den Punct des Kolbenlaufs kennt, bei welchem das Einströmen des Dampfes in den Cylinder unterbrochen wird.

A stellt den Nutzeffect der Maschine in Pferdekräften dar.

Die Anwendung dieser Arten der Berechnung giebt im Allgemeinen Resultate, welche unter der nominellen oder commerciellen Kraft der Maschinen stehen; sie lässt übrigens stets viel Ungewissheit über ihre wirkliche Kraft, wegen der anzunehmenden willkürlichen Reductionscoefficienten. Das einzige Mittel, um zu einer genauen Bestimmung zu gelangen, sobald streitige Ansichten vorhanden sind, besteht darin, die der Kurbelwelle mitgetheilte Kraft mittelst des dynamometrischen oder Pronyschen Zaumes zu messen.

Die Benutzung des vervollkommneten Zaumes, sowie man ihn jetzt anwendet, hat wenig Schwierigkeiten und führt zu der Wahrheit sehr nahe stehenden Resultaten. Wir haben nicht nöthig, hinzuzufügen, dass die Kraft aller Motoren auf dieselbe Weise gemessen werden kann.

Veränderliche Expansion. — Bei den Maschinen mit bestimmter Expansion, welche mit ihrer Nominalkraft arbeiten, ist es nicht vortheilhaft, die Expansion über $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$, höchstens bis $\frac{1}{5}$ wirken zu lassen, weil die Unregelmässigkeit des Betriebs Nachtheile mit sich führt, welche die Vortheile der Expansion beschränken. Jedoch ist es zweckmässig, bei der Expansion stets einen Mechanismus anzubringen, wodurch man im Stande ist, sie in weit ausgedehntern Grenzen, entweder mit der Hand, oder durch Einwirkung des Centrifugalregulators, sich verändern zu lassen. In diesem

letztern Falle regulirt man die Kraft der Maschine durch die Expansion, und nicht, wie es gewöhnlicher der Fall ist, durch eine Verminderung des ursprünglichen Drucks von dem Dampfe, welche man erlangt, indem man die Oeffnung des Ventils, welches den Kessel in Verbindung mit den Schiebern des Cylinders setzt, verkleinert. Man benutzt dagegen den Dampf stets mit seinem ursprünglichen Drucke, und die Expansion unterbricht das Einströmen des Dampfes an einem Puncte des Kolbenlaufs, der seinem Anfange um so näher ist, je weniger Kraft man erhalten will.

Man wird leicht einsehen, dass man durch diese Methode stets den grössten Nutzeffect von dem Dampfe erhält, selbst dann, wenn die Maschine nicht mit ihrer eigentlichen Kraft betrieben wird.

Wenn die Expansion durch die Kolbenstange, oder durch die Kolbenwelle bestimmt wird, so muss man bei der Einrichtung des Mechanismus die Volumverschiedenheiten berücksichtigen, welche durch den Kolbenlauf, je nach den relativen Stellungen der Kurbel, erzeugt werden. Man ersieht aus der Figur 4 der bei S. 347 befindlichen Tafel, dass der von dem Kolben während des Theils der Umdrehung *A* durchlaufene Raum für einen und denselben Kurbelwinkel geringer ist, als der durchlaufene Raum, welcher dem Theile der Umdrehung *B* entspricht, der dem erstern entgegengesetzt ist.

Die Bestimmung dieser Differenzen findet sich in der nachstehenden Tabelle.

Relativer Lauf der Kolbenstange im Verhältniss zu den Winkeln, welche von der Kurbel beschrieben werden.

Beschriebene Winkel.	Stellung A, Lauf 1 Meter.	Stellung B, Lauf 1 Meter.
	Entfernungen, welche von dem Kolben durchlaufen sind.	Entfernungen, welche von dem Kolben durchlaufen sind.
7,5°	0,0028 M.	0,005 M.
15	0,012 —	0,0213 —
30	0,051 —	0,033 —
60	0,223 —	0,340 —
90	0,434 —	0,566 —

Dieser Ursache muss man den allgemein verbreiteten Irrthum zurechnen, dass die Dampfvertheilungen mit Expansion nicht gleichartig regulirt werden können. — Die Ungleichheit, welche man bei den Maschinen annimmt, hängt offenbar nur davon ab, dass bei der Umdrehung *B* ein weit grösseres Dampfvolum in den Cylinder zugelassen wird, als bei der Umdrehung *A*.

Geschwindigkeit der Maschine. — Bei der ersten Berechnung, welche wir mitgetheilt haben, nahmen wir eine Kolbengeschwindigkeit von 1 Meter in der Secunde an, welches mit Dampf von 3 Atmosphären uns eine Oberfläche von 0,617 Quadratmetern gegeben hat. Bei der zweiten Berechnung mit Dampf von 6 Atmosphären und einer Geschwindigkeit von 2 Metern sind wir, ohnerachtet der Anwendung einer weit stärkern Expansion, zu einer um mehr als die Hälfte geringern Oberfläche, d. h., zu 0,296 Quadratmetern gelangt. Man ersieht aus diesem Beispiele, dass es hinreichend ist, die Geschwindigkeit einer Maschine zu vermehren, um den Durchschnitt des Cylinders, ohne eine Kraftverminderung, verhältnissmässig vermindern zu können. Es findet demnach offenbar eine Ersparung statt, wenn man Maschinen mit grosser Ge-

schwindigkeit anwendet und ihren Mechanismus so einrichtet, dass sie dieser Bedingung genügen können.

In England, Deutschland und Frankreich ist bis jetzt die Geschwindigkeit von 1 bis 1,30 Meter nur bei den Locomotiven überstiegen worden: allein in America hat man häufig einen Betrieb bei Geschwindigkeiten von 2 bis 3 Metern, und man erlangt dadurch sehr wirksame Maschinen, die dennoch nur geringen Raum einnehmen und ein sehr geringes Gewicht haben.

Die Verbindung, welche zwischen der Geschwindigkeit einer Maschine und dem Systeme ihrer Construction existirt, wird uns bald auf diesen Gegenstand zurückführen; wir wollen hier nur bemerken, dass es im Allgemeinen nicht die grössere oder geringere Kolbengeschwindigkeit, sondern die grössere Anzahl der Kolbenumdrehungen ist, welche eine Maschine ermüden kann.

Ein- und Ausströmen des Dampfes. — Ohne bei allen Maschinentheilen stehen zu bleiben, glauben wir jedoch einige Beobachtungen machen zu müssen, welche sich auf die Puncte beziehen, die den grössten Einfluss auf den zu erlangenden Nutzeffect haben. Die Dimensionen der Oeffnungen für das Ein- und das Ausströmen des Dampfes üben in dieser Beziehung einen grossen Einfluss auf den Gang der Maschinen aus.

Da der Zweck, den man sich vorsetzt, darin besteht, auf den Kolben einen Druck zu erhalten, der dem im Kessel vorhandenen gleich ist, oder sehr nahe steht, während der Druck hinter dem Kolben so gering, als möglich, seyn muss, so gelangt man offenbar um so leichter zu diesem Zwecke, je grösser man die Oeffnungen zum Ein- und Ausströmen des Dampfes macht.

Wenn man diese Dimensionen im Verhältnisse zu den Kolbenoberflächen ausdrückt, so wird man begreifen, dass sie mit dem Drucke des Dampfes und mit der Geschwindigkeit des Kolbens verschieden seyn müssen; es sind demnach die von den verschiedenen Maschinenbauern befolgten Regeln sehr verschieden.

Bei den Maschinen mit Niederdruck, die mit 1 Meter Kolbengeschwindigkeit in der Secunde geben, giebt man im Allgemeinen diesen Oeffnungen einen Querschnitt von $\frac{1}{20}$ oder $\frac{1}{25}$ der Kolbenoberfläche. Bei Hochdruckmaschinen aber ist das gewöhnliche Verhältniss $\frac{1}{35}$ bis $\frac{1}{40}$. Vermehrte man aber die Geschwindigkeit, so müsste man diese Verhältnisse in demselben Maasse vergrössern, und bei Geschwindigkeiten von 2 Metern, z. B., müsste man bei Niederdruckmaschinen das Verhältniss von $\frac{1}{10}$ und bei Hochdruckmaschinen das von $\frac{1}{17}$ bis $\frac{1}{20}$ annehmen.

Es ist leicht, sich Rechenschaft von der Druckverminderung zu geben, welche aus der Geschwindigkeit entsteht, die der Dampf in den Oeffnungen des Cylinders erreicht. Wir wollen, z. B., eine Maschine annehmen, die mit der mittlern Geschwindigkeit von 1,25 Met. betrieben wird; man findet, dass die grösste Kolbengeschwindigkeit in der Mitte des Laufs 1,96 Meter ist. Wenn man nun Oeffnungen hat, deren Durchschnitt gleich $\frac{1}{33}$ von der Kolbenoberfläche ist, so müsste der Dampf eine Geschwindigkeit von $30 \times 1{,}96 = 58{,}80$ Met., oder 90,46 Met. annehmen, wenn man einen Zusammenziehungscoefficienten von 0,65 zulässt. — Nimmt man an, dass man Dampf von 5 Atmosphären gebraucht, so ersieht man aus der Tabelle über das Ausströmen des Dampfes in einem Mittel von geringerem Drucke (S. 376), dass die Druckverminderung, welche einer Geschwindigkeit von 89 Metern entspricht (Zahl, welche

90,46 Meter am Nächsten steht), 5 — 4,90 = 0,10 Atmosphären ist. — Dieser Verlust kann übrigens genau durch die Formel berechnet werden:

$$V = \sqrt{2\,g\,\frac{P-P'}{p}}$$

woraus man ableitet:

$$P-P' = \frac{p\,V^2}{2\,g}.$$

Die Druckverschiedenheit, welche wir hier erwähnen, ist gering, weil wir den Dampf als vollkommen trocken angenommen haben; sie ist aber weit stärker, wenn der Dampf wasserhaltig, wie dies häufig der Fall ist. Man beurtheilt dies übrigens aus der folgenden Tabelle, woraus man leicht zu folgern vermag, dass die Druckverluste, welche einer gleichen Geschwindigkeit entsprechen, in einem bedeutenden Verhältnisse zunehmen, jenachdem der Dampf mehr oder weniger Wasser enthält.

Tabelle über die Ausströmungsgeschwindigkeiten von einem Gemenge von Wasser und Dampf in der Luft.

Zusammensetzung des Gemenges.		Dichtigkeit des Gemenges oder Gewicht des Cubikmeters.	Ausströmungsgeschwindigkeit bei dem Drucke von:					
Dampf.	Wasser.		1 Atmosphäre.	2 Atmosphären.	3 Atmosphären.	4 Atmosphären.	5 Atmosphären.	6 Atmosphären.
		Kil.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.	Met.
1,00	0,00	2,57	279	397	486	662	628	688
0,9998	0,0002	2,76	270	383	476	542	606	664
0,999	0,001	3,50	239	340	417	483	538	590
0,994	0,006	8,13	159	223	273	316	353	387
0,99	0,01	11,84	129	185	227	276	292	320
0,98	0,02	21,12	98	139	170	195	219	240
0,97	0,03	30,40	80	116	141	164	182	200
0,95	0,05	48,94	66	91	112	129	143	157
0,93	0,07	67,40	53	77	95	110	122	134
0,90	0,10	95,30	44	65	80	92	103	113
0,85	0,16	141,60	35	54	66	75	85	92
0,80	0,20	188,00	31	46	57	65	73	80
0,75	0,25	234,40	29	42	51	59	66	72
0,65	0,35	326,70	25	35	43	50	55	61
0,50	0,50	466,30	20	29	36	42	46	51
0,25	0,75	697,60	17	24	30	34	38	42
0,00	1,00	930,00	15	21	26	29	32	36

Es giebt noch eine andere Berücksichtigung, welche einen Einfluss auf die Dimensionen der Oeffnung haben muss, nämlich der Kolbenlauf. Man wird begreifen, dass bei einem langen Kolbenlaufe das Gleichgewicht des Dampfdrucks in der Admissionsröhre und in dem Cylinder Zeit hat, sich herzustellen. In einem Cylinder von

kleinem Laufe ist dies aber nicht der Fall; auch muss man bei den letztern Verhältnissen und bei übrigens gleichen Umständen grössere Oeffnungen annehmen. So betragen bei den Locomotiven, obgleich sie mit hohem Drucke arbeiten, die Oeffnungen $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$ von der Kolbenoberfläche, und man wird dies bald auch bei allen feststehenden Maschinen einführen, welche unter ähnlichen Bedingungen betrieben werden.

Der Querschnitt der Oeffnungen übt ganz offenbar einen ungeheuren Nutzeffect der Maschinen aus.

Wir wollen nun eine kurze Uebersicht von den verschiedenen Formen geben, welche man den Dampfmaschinen ertheilt.

Einrichtung der Dampfmaschinen.

Balanciermaschinen. — In Beziehung auf ihre Formen zerfallen die Dampfmaschinen in zwei grosse Classen, jenachdem die Mittheilung der Bewegung der Kolbenstange auf die Kurbelwelle mit oder ohne Balancier bewirkt wird.

Die Anwendung des Balanciers schreibt sich von der Entstehung der Dampfmaschinen her, allein erst seit der Verbesserung von Watt hat er eine Stellung unter den besten Systemen der Bewegungsmittheilung eingenommen, und lange Zeit hindurch hat man ihn als den vollkommensten Apparat angesehen, den man bei den Dampfmaschinen anwenden kann.

Alle englischen Maschinen mit Niederdruck und die meisten von denen, welche mit Hochdruck arbeiten, haben gusseiserne Balanciers, deren Länge gewöhnlich gleich dem sechsfachen Halbmesser der Kurbel ist, und welche mit Kolbengeschwindigkeiten betrieben werden, welche selten 1 Meter in der Secunde übersteigen. Die Maschinen mit zwei Cylindern, von denen einer für die Expansion, haben dieselbe Einrichtung.

Man wird leicht einsehen, dass es gefährlich seyn würde, Stücke von einem so bedeutendem Gewichte, wie gusseiserne Balanciers und Kurbelstangen sind, mit einer grössern Geschwindigkeit als 1 Meter bewegen zu wollen; denn ein wesentlicher Theil von der Kraft des Motors würde durch den Verlust an lebendiger Kraft absorbirt werden, welche aus dem Wechsel der Bewegung des Balanciers am Ende von jedem Laufe entsteht. Um dem Kolben eine grössere Geschwindigkeit zu geben, muss man daher, wie es auch in den Vereinigten Staaten geschieht, die Länge und das Gewicht des Balanciers vermindern (indem man sie von Schmiedeeisen macht) und statt des Parallelogrammes Führer oder Leitungen anwenden, damit die Kolbenstange eine senkrechte Bewegung beibehalte. Man kann mit dieser Vorrichtung Kolbengeschwindigkeiten von 2 bis 3 Metern in der Secunde annehmen, die im Vereine mit langen Kolbenläufen eine Umlaufsgeschwindigkeit der Kurbel veranlassen, welche bei grossen Maschinen 36 Umgänge und bei kleinen 40 bis 45 beträgt. — Diese Art und Weise der Einrichtung wird hauptsächlich in America für sehr starke Dampfmaschinen für hohen Druck und mit Expansion angewendet.

Die Balanciermaschinen sind im Allgemeinen sehr kostbar, zuvörderst, weil sie viel Metall erfordern (etwa 600 bis 700 Kilogrammen auf die Pferdekraft, ohne die Kessel); dann, weil sie sehr bedeutende und oft sehr kostbare Fundamente erfordern. Die Maschinen nehmen unter andern einen sehr grossen Raum ein, und durch alle diese Betrachtungen werden wir zu der Meinung veranlasst, dass ihre Anwendung auf einige

besondere Fälle beschränkt bleiben kann; besonders betrifft dies Frankreich und Deutschland, wo das Eisen in weit höherem Preise steht, als in England.

Maschinen ohne Balancier. — Die Maschinen dieser Art können in zwei Arten getheilt werden: in die Maschinen mit festem Cylinder und in die mit schwingendem oder oscillirendem. Die ersteren zerfallen in Maschinen mit senkrechtem, geneigtem, oder horizontalem Cylinder.

Die Maschinen mit senkrechtem Cylinder und mit Führern nehmen wenig Platz in der Ebene, allein viel in der Höhe ein; man kann ihnen daher nur mit Hülfe sehr schwerer gusseiserner Gerüste Stabilität geben. Auch lassen sie sich selten zu stärkern Maschinen, als zu solchen von 25 bis 30 Pferdekräften anwenden (mit Ausnahme der Schiffsdampfmaschinen).

Die Maschinen mit geneigtem Cylinder, welche direct auf die Kurbel wirken, werden ebenfalls auf gusseisernen Gerüsten angebracht, welche sehr fest seyn müssen, und welche deshalb theuer sind. Mit Ausnahme einiger besonderer Fälle, muss man ihnen die Maschinen mit horizontalem Cylinder vorziehen, deren Fundament viel einfacher ist, und die wegen ihrer Stellung im Niveau der Sohle sehr fest und mit geringen Kosten aufgestellt werden können.

Es ist hauptsächlich bei den Maschinen dieser Art, dass man grosse Kolbengeschwindigkeiten anwenden kann, entweder mit langen Läufen, wenn die Kurbelwelle nicht viel Umgänge zu machen braucht, oder mit sehr kleinen Läufen, wenn man das entgegengesetzte Resultat erreichen will. Ein Cylinder von 0,297 Quadratmeter Durchschnitt, oder von 0,614 Meter Durchmesser, der einen Kolbenlauf von 1 Meter und eine Kolbengeschwindigkeit von 2 Metern in der Secunde hat, kann 60 Umdrehungen in der Minute machen, und wenn man Dampf von 6 Atmosphären und eine Expansion von 0,20 anwendet, so kann er eine Maschine von 100 Pferdekräften darstellen, in welcher der Dampf zweckmässig benutzt wird.

Man kann, wie man sieht, ohne Schwierigkeit eine gute Benutzung des Dampfes mit einfachen und wohlfeilen Maschinen verbinden, wenn man das von uns empfohlene System anwendet.

Die rotativen Maschinen sind, dem Anscheine nach, die einfachsten von allen, besonders die, welche den wenigsten Platz einnehmen, und welche mit den bedeutendsten Geschwindigkeiten betrieben werden können; allein die Schwierigkeit, welche mit der Einrichtung der Dampfertheilung, mit der Anwendung der Condensation und mit der Expansion verbunden ist, hat man in der Praxis noch nicht überwinden können. Man hat sehr viel mehr oder weniger sinnreiche Systeme ersonnen, allein wir kennen keins, welches empfohlen werden könnte.

Die Maschinen mit schwingendem Cylinder, habe er nun eine senkrechte, geneigte, oder horizontale Stellung, bieten grosse Vortheile wegen der ausserordentlichen Einfachheit der Bewegungsmittheilung der Kolbenstange auf die Kurbel dar. Sie nehmen noch weniger Platz ein, als die horizontalen Maschinen mit festliegendem Cylinder; allein die Schwingung des Cylinders, welcher stets eine mehr oder weniger beträchtliche Masse darbietet, gestattet nicht, dass sie eine eben so grosse Anzahl von Drehungen in der Minute machen, ohne jedoch die absolute Kolbengeschwindigkeit zu begrenzen, welche ohne Nachtheile 2 Meter in der Secunde erreichen und übersteigen kann.

Die Apparate dieser Art von geringer Kraft können 45 bis 50 Umdrehungen in der Minute machen; die, deren Cylinder 0,50 bis 0,60 Meter Durchmesser erreicht, können mit nicht mehr als 40 Umgängen betrieben werden. — Die Gewichtsmengen von Guss- und von Schmiedeeisen, welche in ihre Construction eingehen, sind oft noch weit geringer, als bei den horizontalen Maschinen. Bei einem Drucke von 5 bis 7 Atmosphären und mit Kolbengeschwindigkeiten von 1,5 bis 2 Metern können sie (ohne Einschluss der Kessel) mit 300 bis 350 Kilogr. auf die Pferdekraft erbaut werden.

Wir gehen nicht weiter in Einzelnheiten über die Einrichtung der Maschinen ein; es ist uns hinreichend gewesen, die Data darzulegen, welche einen Eisenhüttenbesitzer, oder einen Eisenhüttenbeamten bei der Bestellung eines Apparats leiten können; wir verweisen auf die Taf. 76 und 77 und auf deren Erklärung und gehen nun unmittelbar zu der Untersuchung der Anlage- und Unterhaltungskosten dieser Motoren über.

Von den Anlagekosten.

Auswahl eines Maschinensystems. — Die Anlage- und Unterhaltungskosten einer Dampfmaschine hängen wesentlich von ihrem Systeme ab; wir wollen demnach für die verschiedenen Fälle, welche sich am Häufigsten bei den Eisenhütten darbieten, die Art der Maschinen angeben, welche man annehmen muss.

Von allen Systemen sind die Maschinen ohne Condensation und Expansion diejenigen, welche die schlechteste Benutzung des Dampfes gestatten; es muss demnach stets verworfen werden, wenn nicht seine Annahme deshalb erfordert wird, weil zu wenig Wasser vorhanden ist, um die Condensation bewirken zu können.

Nur bei einer starken Expansion und bei der Benutzung von Dämpfen von sehr hohem Drucke kann man einen guten Nutzeffect davon erlangen; in dieser Beziehung muss man daher dies System als in vielen Fällen sehr gut anwendbar betrachten.

Die Maschinen mit Niederdruck und mit Balancier haben über die mit Hochdruck den Vortheil, eine weit regelmässigere und sanftere Bewegung zu geben; allein man braucht in den Eisenhütten wenig auf diese Bedingungen zu halten. Wir glauben demnach, dass ohnerachtet der zahlreichen Anwendungen, welche man von diesem Systeme in vielen Hütten England's oder des Festlandes gemacht hat, es nicht zweckmässig ist, es auf dem Wege beizubehalten, den man bis jetzt aus Nachahmung befolgt hat.

In England, wo das Eisen und die Steinkohle einen niedrigen Preis haben, werden die Maschinenbauer aus Watt's Schule dieses System, und wenn es auch wirklich nicht das richtige ist, immerhin beibehalten können; allein in Deutschland und Frankreich, wo die Betriebsbedingungen wesentlich verschieden sind, kann man solches System nicht beibehalten. Die Maschinen mit Hochdruck, Expansion und Condensation sind offenbar diejenigen, welche stets angewendet werden müssen.

In Beziehung auf die Form, geben wir im Allgemeinen den horizontalen oder schwingenden Maschinen den Vorzug vor denen mit Balancier, weil sie im Ankaufe und im Unterhalte weniger kosten, und weil sie in fast allen Fällen dieselben Dienste leisten können.

Die Gebläse sind unter allen in den Eisenhütten angewendeten Apparaten diejenigen, welche die sanfteste und regelmässigste Bewegung erfordern. Die Balancier-

maschinen mit mittlerm Druck, mit Expansion und Condensation sind dazu vollkommen anwendbar; jedoch kann man dazu auch horizontale oder schwingende Maschinen mit langem Kolbenlaufe benutzen, vorausgesetzt, dass sie sorgfältig und sehr fest construirt sind. Von allen Maschinen in den Eisenhütten sind es diejenigen, auf welche man die vollkommenste Arbeit verwenden muss, weil die erste Bedingung, welche sie zu erfüllen haben, eine Maschine ist, die nicht ermüdet und die lange Zeit hindurch ohne Aufenthalt und ohne Reparatur betrieben werden kann. Das, was wir von grosser Kolbengeschwindigkeit gesagt haben, ist nicht auf die Gebläsemaschinen anwendbar, bei denen man im Gegentheile gut thut, in den gewöhnlichen Grenzen der Praxis zu bleiben.

Die Hämmer erfordern sehr einfache und sehr feste Maschinen; solche mit schwingendem Cylinder, mit Hochdruckdämpfen und mit Expansion, welche unmittelbar auf die Hammerwelle einwirken, sind besonders zweckmässig; man bestimmt ihren Lauf und die Kolbengeschwindigkeit so, dass man die Anwendung von Räderwerk gänzlich vermeidet.

Die Walzwerke werden in fast allen grossen Hüttenwerken durch Balanciermaschinen von niederem, oder von mittlerem Drucke bewegt. Da sie nur 15 bis 20 Umdrehungen in der Minute machen, so muss man stets, um von dieser Geschwindigkeit zu der der Walzwerke überzugehen, eine Reihe von Räderwerken anwenden, welche vielen Platz einnehmen und zu häufigen Reparaturen Veranlassung geben. Unter diesen Umständen ist es, dass man sich hauptsächlich horizontaler Maschinen von grosser Geschwindigkeit und mit kurzem Laufe bedienen muss, um sich soviel, als möglich, der Anzahl der Umdrehungen zu nähern, welche das Walzwerk macht. Der niedrige Preis dieser Apparate, ihre Festigkeit, der geringe Platz, den sie einnehmen, die Möglichkeit, die Motoren zu theilen, sind ebensoviel Betrachtungen, welche zu ihren Gunsten sprechen. Man hat die Maschinen dieser Art unter mehrern Umständen wegen der Furcht verworfen, dass sich die Cylinder durch das Gewicht des Kolbens ungleich abnützen würden; allein dieser Einwurf ist ohne Werth, wenn man Hochdruckdampf anwendet, denn das Gewicht des Kolbens, den man übrigens sehr leicht machen kann, wenn man ihn von Eisen anfertigt, stellt nur einen geringen Bruch von der Kraft dar, die von den Federn ausgeübt wird, und kann demnach nicht zur Abnutzung des Cylinders beitragen. Die einzige zu nehmende Vorsichtsmaassregel besteht darin, sehr reines Wasser anzuwenden, um das Anfressen des Cylinders in seinem untern Theile zu vermeiden.

Kurz, wir betrachten dieses System als ganz besonders zweckmässig zum Betriebe der Walzwerke, und man wird davon sicher sehr gute Resultate erlangen, wenn man dabei eine veränderliche Expansion und weite Oeffnungen zum Ein- und Ausströmen des Dampfes anwendet.

Anlagekosten. — Die relativen Anlagekosten der Dampfmaschinen sind mit dem anzunehmenden Systeme und mit der Kraft der Maschine verschieden; wir haben demnach mehrere Fälle zu untersuchen.

Balanciermaschinen mit mittlerm Druck und Condensation. — Die Kosten derselben bestehen:

1) Für die Kessel;
2) für die eigentliche Maschine;
3) für die Fundamente und die Oefen.

Da die Heizoberfläche 1,30 Quadratmeter für die Pferdekraft beträgt, so wird die verhältnissmässige Menge Blech, welche zu den Kesseln mit Siederöhren verwendet wird, 1,80 Quadratmeter seyn, welche mit den Nieten und den Nebenapparaten des Kessels ohngefähr 170 Kilogrammen wiegen und, aufgestellt, im Durchschnitte etwa 190 Fr. kosten. Die Maschine, die man zu einer Kraft von 30 bis 60 Pferden annimmt, wird etwa 7- bis 800 Fr. auf die Pferdekraft kosten.

Die Fundamente und die Oefen können wenigstens auf 250 Fr. für die Pferdekraft geschätzt werden; demnach würden die Kosten für eine Maschine von 50 Pferdekräften folgende seyn:

Kessel	9500 Fr.
Maschine	35000 —
Fundamente und Oefen	12500 —
Verschiedene Kosten	2000 —
Summa	59000 Fr.

Wenn die Kessel durch die verlorne Flamme gefeuert würden, so müsste die Heizoberfläche in dem Verhältnisse von 3 zu 5 ohngefähr zunehmen und die Kessel würden 15000 Fr. kosten, und die ganzen Anlagekosten würden alsdann 64500 Fr. oder 1290 Fr. auf die Pferdekraft kosten.

Maschinen ohne Balancier mit hohem Drucke. — Eine Maschine dieser Art mit Expansion und Condensation verbraucht ohngefähr 15 Kilogr. Dampf auf die Pferdekraft und in der Stunde, welches 0,60 Quadratmeter Heizoberfläche oder 120 Kil. Blech auf die Pferdekraft giebt, welche auf der Stelle 125 bis 135 Fr. kosten. Eine schwingende oder horizontale Maschine mit gewöhnlicher Geschwindigkeit von 40 bis 60 Pferden kostet zu Paris 450 bis 500 Fr. auf die Pferdekraft. Da ihre Fundamente sehr einfach sind und nur aus einem hölzernen Schwellwerke zu bestehen brauchen, so beträgt die relative Ausgabe für diesen Gegenstand, sowie für die Oefen, nicht mehr als 150 Fr. auf die Pferdekraft. Man hat demnach für einen Apparat von 50 Pferdekräften:

Kessel	7000 Fr.
Maschine	25000 —
Fundamente und Oefen	7500 —
Verschiedene Kosten	1500 —
In Summa	41000 Fr.

Würde die Feuerung durch die verlorne Flamme bewirkt, so würden die Kessel ohngefähr 11000 Fr. kosten und die ganze Anlage 45000 Fr., d. h., 900 Fr. auf die Pferdekraft.

Maschinen mit grosser Geschwindigkeit. — Wenn man die Maschinen mit grosser Geschwindigkeit betreibt, so kostet ihre Anlage noch weniger: denn wenn man 2 Meter Geschwindigkeit in der Secunde annimmt, so erhält man von einer gewöhnlichen Maschine von 60 Pferdekräften leicht eine Kraft von 100 Pferden. Die Kosten einer solchen Maschine nach dem vorhergehenden Systeme würden betragen:

Kessel mit Feuerung durch die verlorne Flamme	.	22000 Fr.
Oefen		6000 —
Maschine (Nominalkraft von 60 Pferden)	. . .	30000 —
Fundamente		3000 —
Verschiedene Kosten		2000 —
	Summa für 100 Pferdekräfte	63000 Fr.

Das heisst 630 Fr. auf die Pferdekraft statt 1290 Fr., welche wir für eine Maschine mit Mitteldruck und mit Balancier gefunden haben.

Man ersieht aus diesen Beispielen, dass ohnerachtet der hohen Preise der Metalle in Frankreich (in Deutschland sind sie namentlich jetzt nicht viel niedriger), dennoch die Anlage einer Dampfmaschine nicht sehr viel kostet. Geht man jetzt auf das zurück, was wir über die Anlage der Wasserräder gesagt haben, so wird man folgern, dass dieselben nicht viel wohlfeiler sind, sobald das Gefälle angekauft werden muss und die Wasserwirthschaft bedeutende Kosten verursacht.

Brennmaterialverbrauch der Maschinen. — Der Steinkohlenverbrauch einer Dampfmaschine hängt wesentlich von der Benutzungsweise des Dampfes ab, denn man kann annehmen, dass ein 1 Kilogr. Steinkohlen stets wenigstens 5 Kil. Dampf giebt. Jenachdem daher eine Maschine 15, 20, 25, 30 oder 35 Kilogr. Dampf in der Stunde verbraucht, wird sie 3, 4, 5, 6 oder 7 Kil. Steinkohlen auf die Pferdekraft und in der Stunde verzehren. Die Zahl von 3 Kilogr. ist diejenige, zu welcher man bei allen gut eingerichteten und nach einem zweckmässigen Systeme erbauten Maschinen gelangen muss. Einige Apparate verbrauchen selbst nur 2,50 Kil. auf die Pferdekraft und in der Stunde, allein dies sind stets Ausnahmen, die nicht als Regel dienen können.

In den Eisenhütten braucht man jedoch den Brennmaterialverbrauch nicht zu rechnen, indem die Kessel durch die verloren gehende Hitze der Hohöfen, der Frischfeuer, oder der Puddel- und Schweissöfen gefeuert werden können.

Reparaturen und Unterhaltungskosten. — Die Reparaturen und der Unterhalt der Dampfmaschinen sind mit deren System der Kraft und nach der Art ihrer Leistungen verschieden. Sie lassen sich durchschnittlich auf folgende Weise bestimmen *).

	Maschine mit Niederdruck von 15 Pferdekräften.		Maschine ohne Condensation von 15 Pferdekräften.		Maschine mit 2 Cylindern von 15 Pferdekräften.	
	Fr.	C.	Fr.	C.	Fr.	C.
Reparaturen und Unterhalt für 300 Tage	630	00	1000	00	1077	00
Dies beträgt auf den Tag	2	10	3	33	3	59
Auf den Tag und auf die Pferdekraft	0	14	0	22	0	24
Oel, Talg und Hanf auf 300 Tage . .	1052	00	470	00	470	00
Dies beträgt täglich	3	50	1	56	1	56
Täglich und auf die Pferdekraft . . .	0	23	0	10	0	10
Unterhalt und Reparaturen auf den Tag und auf die Pferdekraft	0	37	0	32	0	36

*) Entlehnt aus dem Werke von Grouvelle und Jaunez über die Behandlung, Heizung und Abwartung der Dampfmaschinen, welches in meiner deutschen Bearbeitung einen Bd. des Schauplatzes bildet. Hartmann.

Man ersieht hieraus, dass, wenn die Reparaturen bei den Niederdruckmaschinen weniger kosten, als bei den Hochdruckmaschinen, ihr Unterhalt kostbarer ist, so dass die ganze Ausgabe für die einen oder für die andern sich ausgleicht.

In den Eisenhütten, in denen die Maschinen Tag und Nacht im Betriebe sind, kann man die durchschnittlichen Ausgaben für Oel, Talg, Hanf, Lumpen etc. auf 0,15 Fr. auf die Pferdekraft und auf 24 Stunden bei den Hochdruck- und Condensationsmaschinen rechnen. Was nun die jährlichen Reparaturen derselben Maschinen anbetrifft, so können sie auf 0,10 Fr. auf die Pferdekraft und täglich bei Maschinen von 40 und 50 Pferdekräften angegeben werden.

Die Reinigungen und die Reparaturen eines Kessels von 30 Pferdekräften kosten ohngefähr 130 Fr. jährlich, d. h., 0,015 Fr. täglich und auf die Pferdekraft.

Im Allgemeinen rechnen wir täglich auf die Pferdekraft:

Reparaturen	0,10 Fr.
Unterhalt	0,15 —
Kessel	0,015 —
In Summa	0,265 Fr.

oder für 300 Betriebstage 79 Fr. 50 C. oder 80 Fr. auf die Pferdekraft und jährlich.

Zu diesen Kosten muss man, um die ganzen jährlichen Kosten zu haben, den Lohn des Heizers, der 3 bis 4 Fr. täglich beträgt, sowie auch die Zinsen und die Amortisation des verbrauchten Capitals hinzurechnen. — Wenn die Kessel nicht durch die verlorne Hitze gefeuert werden, so muss man auch offenbar noch die Kosten für das angewendete Brennmaterial hinzusetzen.

Wir beschliessen hier diese Betrachtungen, welche wir über die Motoren anstellen zu müssen geglaubt haben, und wenden uns jetzt zu der Bewegungsmittheilung.

Zweites Kapitel.

Bewegungsmittheilungen.

Apparate und Gezähe.

Bewegungsmittheilungen.

Erklärungen. — Wir begreifen unter der Benennung Bewegungsmittheilungen oder Kraftübertragungen das Ganze der Apparate, welche den Zweck haben, die Kraft einer Bewegungsmaschine oder eines Motoren der Arbeitsmaschine zu übertragen, jenachdem es die Bedürfnisse, die Geschwindigkeit, die Beschaffenheit und die Richtung der ursprünglichen Bewegung erfordern. Man nennt diese übertragenden Maschinentheile auch das Zwischengeschirr oder die Zwischenmaschine.

Alle Arten von Bewegung reduciren sich auf zwei: die ununterbrochene und die wiederkehrende Bewegung; sie können geradlinig oder kreisförmig seyn, oder einer jeden andern Curve folgen. Mittelst verschiedener Agentien der Bewegung, welche wir in der Mechanik kennen, verwandelt man die eine dieser Bewegungen in irgend eine andere. Diese Verwandlungen sind es, welche wir hier untersuchen wollen,

indem wir uns jedoch nur auf diejenigen beschränken, welche am Gewöhnlichsten in den Eisenhütten angewendet werden.

Beschaffenheit der Verwandlungen und ihrer hauptsächlichsten Agentien. — Unter den verschiedenen Arten der Bewegungsumwandlungen unterscheidet man die folgenden:

1) Die Verwandlung der continuirlich geradlinigen Bewegung in eine wiederkehrende oder continuirende geradlinige; diese Art der Verwandlung ist sehr einfach und zeigt sich bei Rollen, Flaschenzügen oder Winden, welche zum Heben von Lasten dienen, bei den Keilen etc.

2) Die Verwandlung der wiederkehrend geradlinigen Bewegung in eine wiederkehrende oder continuirende kreisförmige. Der erste Fall ist selten, wogegen der zweite sehr häufig angewendet wird. Bei der Benutzung jeder Dampfmaschine (mit Ausnahme der rotativen) muss man die wiederkehrende Bewegung des Kolbens in eine continuirlich kreisförmige verwandeln. Die Kurbel ist das hauptsächlichste Mittel dieser Art der Verwandlung; die Bewegung wird ihr entweder durch einen Balancier und eine Kurbelstange, oder nur durch eine Kurbelstange mit Führern, oder unmittelbar durch die Kolbenstange, wie bei den schwingenden Maschinen, mitgetheilt.

3) Die continuirlich kreisförmige Bewegung kann in eine continuirlich oder wiederkehrend geradlinige, oder auch in eine continuirlich oder wiederkehrend kreisförmige verwandelt werden.

Der Haspel mit Spille, die Erdwinde, die Wagenwinde, die Schraube, die Zahnstangen, welche durch ein Getriebe bewegt werden (Bewegung der Schütze) etc., bieten Beispiele von der ersten Art der Verwandlung dar.

Um eine continuirlich kreisförmige Bewegung in eine wiederkehrend geradlinige zu verwandeln, wendet man die Kurbel, das Excentricum (wie bei den Scheeren, Quetschwerken), die Daumenringe (wie bei den Pochstempeln) und viele andere Maschinen an, die weniger gebräuchlich, als die erstern sind.

Die continuirlich kreisförmige Bewegung verwandelt sich in eine Bewegung derselben Art durch die Anwendung von Riemenscheiben, durch gerade und konische Zahnräder bewirkt. Diese Art der Bewegungsmittheilung kommt am Häufigsten vor. Wenn die gesuchte Bewegung wiederkehrend kreisförmig seyn soll, so muss man auch noch die Kurbel oder das Excentricum anwenden, die auf das Ende eines Balanciers wirken, dessen anderes Ende eine widerkehrend kreisförmige Bewegung macht; oder auch einen Hebedaumenring, welcher auf einen Hebel wirkt, wie bei den meisten Hämmern.

4) Die Verwandlung der wiederkehrend kreisförmigen Bewegung in eine wiederkehrend geradlinige zeigt sich in der Führung der Kolbenstangen (bei den Gebläsen, Pumpen etc.) durch das Ende eines Balanciers, welches mit einem Parallelogramm versehen ist. Mittelst dieses Apparats ertheilt man der Stange eine fast geradlinige Bewegung. Dasselbe Resultat erlangt man mit dem Balancier, der in einen Sector ausläuft, über den eine Kette geht, mit welcher die Kolbenstange verbunden ist. Indem man die Stange durch geradlinige feste Schieber oder Leitungen führt, erfüllt man ebenfalls denselben Zweck mit grösserer Einfachheit.

Die andern Bewegungsmittheilungen werden wenig angewendet und bieten nur ein mittelmässiges Interesse dar, weswegen wir sie auch unberücksichtigt lassen.

Untergeordnete Apparate. Unter den andern Organen, die in der Mechanik mit den angeführten Bewegungsagentien angewendet werden, unterscheidet man:

1) Die Modificatoren der Bewegung; dahin gehören die Aus- und Einrückungen mit Muffen oder mit Klauen (bei den Walzwerken); die auf ihrer Welle leergehenden Zahnräder und Riemenscheiben etc. Mittelst dieser Apparate kann man die Bewegung der Arbeitsmaschinen aufhalten, unterbrechen und wieder hervorbringen, entweder nach Belieben, oder nach bestimmten Zwischenräumen.

2) Die Moderatoren haben den Zweck, die Geschwindigkeit der Maschinen in zweckmässigen Grenzen zu erhalten, entweder, indem man den Widerstand oder die Kraft modificirt. Die Bremsen und die Centrifugalpendel sind Beispiele von den gebräuchlichsten Moderatoren.

3) Die Regulatoren dienen dazu, die verschiedenen Ursachen der Unregelmässigkeit, welche von Veränderungen der Kraft und des Widerstandes herrühren, zu vermindern. Das Schwungrad ist der bei den Maschinen am Meisten angewendete Regulator, entweder um die regelmässigen Veränderungen der Kraft, wenn sie durch eine Kurbel mitgetheilt worden ist, zu verbessern, oder um die zufälligen Widerstände der Leistung zu überwinden, und um die schwachen Theile des Mechanismus oder des Motoren selbst vor den Stössen zu schützen, die sie veranlassen. Die Schwungräder spielen eine grosse Rolle bei den Mechanismen des Eisenhüttenwesens, wo die Widerstände sehr veränderlich und die Stösse sehr häufig sind.

Alle Organe der Bewegungsmittheilung, welche wir erwähnt haben, werden von horizontalen, geneigten oder senkrechten Achsen oder Wellen getragen, die auf Zapfenlagern von sehr verschiedenartiger Gestalt ruhen, die mit den Fundamenten der Maschinen verbunden sind. Wir haben daher unter den Apparaten, die am Häufigsten in den Hütten angewendet werden, nach und nach zu betrachten:

1) Die Einrichtung der Kurbeln, Balanciers, Lenkstangen, Excentriken und Daumenringe.

2) Die Zahnräder, Zahnstangen, Schnur-, Riemen- und Kettenscheiben.

3) Die Aus- und Einrückungen, die Bremsen, die Regulatoren und die Schwungräder.

4) Die Wellen, die Zapfenlager und die Fundamente.

Wir werden alsdann einige Bemerkungen über die allgemeine Einrichtung der Kraftübertragungen machen.

Von den Kurbeln, Balanciers, Lenkstangen, Excentriken und Daumenringen.

Von der Kurbel oder dem Krummzapfen. — Die Kurbel ist ein Winkelhebel, dessen Arm senkrecht mit einer Welle verbunden, während der andere Theil ihr parallel ist; dieser letztere heisst die Warze und ist eine eiserne cylindrische oder kugelförmige Achse, die mit der Bleulstange, Kurbelstange oder Lenkstange verbunden ist, durch welche die Kurbel die Bewegung, welche sie aufgenommen hat, überträgt.

Bei den Maschinen dient der Krummzapfen dazu, die wiederkehrend geradlinige Bewegung einer Stange in eine continuirlich kreisförmige Bewegung zu verwandeln, oder umgekehrt. — Wenn die Winkelgeschwindigkeit des Krummzapfens gleichförmig ist, so muss die der Stange nothwendig veränderlich seyn; sie erreicht ihr Maximum in dem Augenblicke, wo sie senkrecht auf dem Krummzapfenarme steht und

wird in dem Augenblicke 0, in welchem der Verbindungspunct der Stange, die Warze und der Mittelpunct des Krummzapfens in einer geraden Linie befindlich sind. Man sagt alsdann, die Kurbel befinde sich an ihrem todten Puncte, weil sie in dieser Stellung keine Kraft fortpflanzen kann.

Eine Kurbel kann ihren todten Punct nur durch die erlangte Geschwindigkeit übersteigen. Daraus folgt die Nothwendigkeit, die Kurbelwelle, oder jede andere, welche die Bewegung der erstern durch Räderwerk fortpflanzt, mit einem Schwungrade zu versehen.

Die Krummzapfen werden aus Schmiede- oder aus Gusseisen angefertigt; sie sind entweder mit ihrer Welle aus einem Stücke geschmiedet, oder gegossen, oder für sich angefertigt und auf der Welle festgekeilt. Ihre Länge oder ihr Arm wird von dem Mittelpuncte der Welle bis zum Mittelpuncte der Warze gemessen; diese letztere besteht immer aus Schmiedeeisen und ist mit dem übrigen Krummzapfen verbunden, wenigstens wenn man nicht, wie bei den Locomotiven, aus einem Stücke bestehende gekröpfte Wellen oder Achsen anwendet.

Bei den Dampfmaschinen dient der Krummzapfen dazu, die geradlinige Bewegung des Kolbens in eine continuirlich kreisförmige Bewegung zu verwandeln, und er empfängt daher unmittelbar die ganze Wirkung des Motoren. Bei den Bewegungen der Scheere dagegen ist die Kurbel an einer Welle angebracht, die eine continuirlich kreisförmige Bewegung macht und theilt der Stange, welche die Warze mit dem Schenkel der Scheere verbindet, eine wiederkehrend geradlinige Bewegung mit, deren Grösse gleich dem Doppelten des Armes ist.

Von den Kurbel- oder Lenkstangen. — Die Stange, welche die Warze einer Kurbel mit dem Ende eines Balanciers oder mit jedem andern Maschinentheile verbindet, der eine wiederkehrende Bewegung macht, wird Kurbel- oder Lenkstange oder Bleul genannt. Ihre Bewegung erfolgt mit um so grösserer Leichtigkeit und mit um so geringerer Reibung, je grösser ihre Länge in Beziehung auf den Kurbelarm ist; das geringste Verhältniss, welches man annehmen kann, ist das von 4 zu 1 und gewöhnlich übersteigt man es, sobald es der Raum gestattet.

Man unterscheidet drei Theile bei einem Lenker: den Schwanz, welcher sich mit der Warze verbindet, den Kopf, das entgegengesetzte Ende und den Körper, welcher zwischen beiden Enden befindlich ist. Seine Dimensionen berechnen sich wie die einer Säule, indem man das Gewicht, welches er zu tragen hat, und seine Länge berücksichtigt; man erhält dieses Gewicht, indem man die in der Secunde übergetragene und in Kilogrammetern ausgedrückte Kraft mit der Geschwindigkeit dividirt.

Bei gewissen Maschinen wirkt der Lenker bald ziehend, bald stossend, bei andern wirkt er dagegen nur in einer Richtung. Wirkt er stets nur ziehend, so muss man ihn für den Zug und nicht für den Druck berechnen.

Die Lenkerstangen werden aus Gusseisen, aus Stabeisen und selbst aus Holz angefertigt, je nach dem Grade des Widerstandes, den sie haben müssen und nach dem Grade der Leichtigkeit, den man ihnen ertheilen will.

Die Lenker der grossen feststehenden Dampfmaschinen bestehen stets aus Gusseisen und sind gewöhnlich aus zwei Stücken gegossen; der Körper und der Schwanz eines Theils, der Kopf andern Theils. Dieser letztere, welcher mit den vorhergehenden durch Keile oder Splithe verbunden ist, hat oft die Form einer Gabel, welche sich mit dem Balancier mittelst eines Bolzens mit zwei Zapfen verbindet. Die Lenkerstan-

gen der leichtern Maschinen (für Dampfschiffe und Locomotiven) bestehen aus Schmiedeeisen, oder aus 1 oder 2 Theilen und haben die Gestalt eines in der Mitte verstärkten Cylinders.

Bei den Scheerenbewegungen macht man die Lenker ebenfalls von rundem oder flachem Schmiedeeisen und lässt sie, soviel als thunlich, ziehend arbeiten, besonders wenn sie lang sind.

Die Deckel eines Lenkers sind die eisernen Stücke, welche die Futterstücke aus Rothguss mit den beiden Enden von dem Körper verbinden. Alle diese Theile müssen vollkommen gearbeitet und zugerichtet und mit Keilen versehen seyn, wodurch die Kappen oder Deckel befestigt und die Futterstücke angezogen werden. Bei den hölzernen Lenkerstangen, welche oft angewendet werden, um kleine Kräfte weit fortzupflanzen, bestehen der Kopf und der Schwanz stets aus Eisen.

Wenn die Lenker sehr lang seyn müssen, theilt man sie in mehrere Theile, welche durch dazwischen befindliche Supports, welche um eine Achse oscilliren, um sogenannte Schwingen sich drehen. Ein Beispiel dieser Vorrichtung, auf eine Scheerenbewegung angewendet, sieht man auf Tafel 56.

Von den Balanciers. — Balancier nennt man einen unbiegsamen Hebel, der um seine Achse beweglich, die im Allgemeinen in seinem Mittelpuncte angebracht ist und eine wiederkehrend kreisförmige Bewegung überträgt. Soll diese Bewegung geradlinig seyn, so muss man die Stange, welche die Kraft aufnimmt oder fortpflanzt, durch ein Parallelogramm oder durch Leitungen führen.

Man unterscheidet bei einem Balancier den Mittelpunct, welcher auf eine Achse gekeilt ist, und die Enden, welche mit den Stücken verbunden sind, die die Bewegung fortpflanzen, wie Lenkstangen, Kolbenstangen etc.

Man berechnet ihre Dimensionen wie die eines Körpers, der in der Mitte aufliegt und der an den beiden Enden gleich belastet ist. Diese Belastung findet sich übrigens leicht, wenn man die Geschwindigkeit, sowie die Kraft, die in der Secunde fortgepflanzt wird, in Kilogrammmetern ausgedrückt kennt. Um einen Körper mit gleichem Widerstande zu erhalten, giebt man dem Stücke eine parabolische Gestalt, oder jede andere, welche sich ihr möglichst nähert.

Bei den grossen Maschinen (Dampfmaschinen, Gebläsen etc.) werden die Balanciers im Allgemeinen aus Gusseisen, selten aus Holz oder Schmiedeeisen angefertigt; das beste Verbindungsmittel für eine Lenker- oder Kolbenstange besteht darin, das Ende des Balanciers mit einem Bolzen zu versehen, der an beiden Enden Zapfen hat, und über welche der Kopf des Lenkers greift.

Wenn der Balancier zu stark ist, um zweckmässig aus einem Stücke gegossen zu werden, so giesst man ihn aus zwei Hälften, die aneinander gelegt und mit Schraubenbolzen verbunden werden. Das Verhältniss, welches man gewöhnlich zwischen der Länge des Balanciers und der des Krummzapfens annimmt, ist das von 6 zu 1, allein es ist besser, sich über als unter diesem Verhältnisse zu halten.

Ausser ihrer Anwendung bei den Dampfmaschinen, dienen die Balanciers auch in einer Menge von Umständen, um Bewegungen überzutragen oder fortzupflanzen. Man findet die Anwendungen bei den Gewichten des Blechwalzwerks auf Taf. 66, bei den Bewegungen der Pumpe auf Taf. 80 etc. etc. Diese kleinen Balanciers werden gewöhnlich aus Schmiedeeisen angefertigt.

Von den Excentriken. — Man nennt so Maschinentheile von verschiedenartiger Form, deren Drehungsmittelpunct mit dem Mittelpuncte der Figur nicht zusammenfällt. Man unterscheidet dabei zwei Theile, den Körper des Excentricums, welcher auf der Achse befestigt ist und sich mit ihr bewegt und den Ring, der jenen umgiebt und von ihm seine Bewegung erlangt.

Das kreisförmige Excentricum, welches wie eine Kurbel wirkt, deren Halbmesser gleich der Entfernung des Drehungsmittelpunctes von dem Halbmesser der Figur, ist der einfachste und am Meisten angewendete von allen. Er dient, wie die Kurbel, um eine continuirlich kreisförmige Bewegung in eine wiederkehrend geradlinige zu verwandeln, indem die Fortpflanzung durch die Stange erfolgt, welche mit dem Ringe verbunden ist.

Durch Veränderung der Figur der Excentriken kann man mit ihm verschiedene Bewegungen erlangen, entweder eine continuirlich und gleichförmig kreisförmige, oder eine unterbrochene Bewegung, oder eine geradlinige, die nach einem gewissen Gesetze veränderlich ist. Da alle diese Apparate eine bedeutende Reibung veranlassen, so muss man im Allgemeinen ihre Anwendung vermeiden, welche übrigens auch nur bei der Fortpflanzung geringer Kräfte zweckmässig ist.

Der Körper der Excentriken besteht fast immer aus Gusseisen, der Ring aus Schmiedeeisen oder Bronze; alle Theile müssen sehr genau gearbeitet seyn, damit sie sich ohne grosse Kraftverluste bewegen können.

Die Excentriken werden häufig bei den Dampfmaschinen angewendet, um die Schieber zum Dampfeinlassen zu bewegen. Man wendet sie aber auch in den Hütten zur Bewegung der Scheeren an. Taf. 54 und 56 geben zwei Beispiele: in dem erstern Falle wirkt das Excentricum direct auf die Frictionsrolle von dem Scheerenschenkel; in dem zweiten wird die Bewegung mittelst einer eisernen Lenkerstange mitgetheilt, die einerseits mit dem Excentrikenringe und andererseits mit dem Schenkel verbunden ist.

Von den Daumenringen. — Die haupsächlichsten Anwendungen von den Daumenringen trifft man bei den Maschinen, welche stossend wirken, wie bei den Pochstempeln und Hämmern, bei denen sie dazu dienen, um die continuirlich kreisförmige Bewegung einer Welle in eine wiederkehrend geradlinige oder kreisförmige Bewegung zu verwandeln. Ihre Formen sind mit der Beschaffenheit des Apparats verschieden.

Da wir diese Vorrichtungen schon in den verschiedenen Fällen kennen gelernt haben, wie sie die Praxis darbietet, nämlich die Pochstempel und die verschiedenen Arten von Hämmern, so wird es unnütz seyn, wenn wir uns bei diesem Gegenstande noch aufhalten wollten.

Von dem Räderwerke, den Zahnstangen und den Riemenscheiben.

Von dem Räderwerke oder den Zahnrädern. — Man nennt so die an ihrer Peripherie mit Zähnen versehenen Räder, welche ineinander greifen, um die drehende Bewegung einer Welle auf eine andere in einem gegebenen Verhältnisse fortzupflanzen. Das kleinste von beiden Rädern heisst das Getriebe; die Kreise, in denen sich beide Räder berühren, nennt man den Theilriss.

Wenn R den Halbmesser von dem Theilrisse des grossen Rades bezeichnet;
R' den Halbmesser des Getriebes;

N und N' die Anzahl der Umgänge, welche diese Räderwerke gegenseitig machen;

so muss man haben:

$$N\,R = N'\,R'. \quad (1)$$

eine Gleichung, durch welche man irgend eine von diesen Grössen erhält, wenn man die drei übrigen kennt.

Wenn die Entfernung $D = R + R'$ der beiden Mittelpuncte vorher gegeben worden wäre, so würde man haben

$$R = \frac{N'\,D}{N + N'} \quad (2) \qquad R' = \frac{N\,D}{N + N'} \quad (3)$$

Erklärungen. — Man unterscheidet zwei Arten von Räderwerken, die geraden oder Stirnräder, welche bei parallelen Wellen angewendet werden und die conischen oder Winkelräder, welche dann zur Bewegungsmittheilung angewendet werden, wenn die beiden Wellen nicht parallel sind. Bei jedem Zahnrade unterscheidet man drei Theile: die Mitte oder die Nabe, womit das Rad auf seiner Welle befestigt wird, die Arme und den Kranz, welcher mit den Zähnen versehen ist.

Die Stärke der Zähne wird auf dem Theilrisse gemessen; die Summe von der Stärke eines Zahns und von dem Zwischenraume von zwei aufeinander folgenden Zähnen nennt man ihre Theilung. — Die Höhe der Zähne wird auf dem Halbmesser des Rades gemessen, ihre Breite ist der Achse parallel.

Die Seite der Zähne besteht aus zwei Theilen: den ausserhalb des Theilrisses liegenden nennt man die Fläche, den zwischen dem Theilrisse und dem Boden, oder der Wurzel des Zahns, nennt man die Flanke.

Die Dicke von dem festen Theile des Kranzes misst sich auf dem Halbmesser; seine Breite misst sich in derselben Richtung als die der Zähne.

Berechnung der Zähne. — Wenn man die Grösse der Kraft, welche ein Rad übertragen soll, in Kilogrammmetern ausdrückt und diese Zahl mit der Geschwindigkeit des Theilrisses dividirt, so erhält man die Belastung P, welche der Zahn tragen muss; seine Dicke b, in Millimetern ausgedrückt, berechnet sich für das Gusseisen durch die Formel:

$$b^2 = 0{,}01\ P. \quad (4)$$

Man macht alsdann:

die Höhe $a = 1{,}2\ b$ oder $1{,}5\ b$;

die Breite $1 = 4{,}5\ b$ oder $5\ b$.

Wenn die Zähne der beiden Räder aus gleichem Materiale bestehen, so haben sie gleiche Dicke; wenn aber die einen aus Gusseisen und die andern aus Holz bestehen, so müssen diese letztern stärker seyn. In diesem Falle ist die Theilung gleich der Summe der Stärken $(b + b')$ der Zähne, vermehrt um einen gewissen Spielraum, welcher um $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{20}$ von b verschieden ist, je nach der Dicke der Zähne und der Vollkommenheit ihrer Bearbeitung. Bei den Maschinen, welche Stössen unterworfen sind, macht man die Zähne stets weit stärker, als die Berechnung angegeben hat.

Wenn man die Theilung eines Rades kennt, so findet man die Anzahl der Räder, wenn man die Peripherie des Theilrisses durch die Theilung dividirt. Da man hierbei selten einen Quotienten in ganzen Zahlen erhält, so giebt man sich die Anzahl der Zähne und leitet die Peripherie und aus dieser den Halbmesser des Rades ab.

Damit die Zähne der Räder nicht auf den Boden des Kranzes reiben, giebt man den Flanken der Zähne hier stets eine grössere Höhe, als den Flächen.

Practische Construction der Zähne. — Um die Form der Seitenfläche der Zähne zu verzeichnen, beginnt man damit, ihre Stärke auf dem Theilrisse zu bezeichnen. Die beiden Flanken erhält man, wenn man zwei Parallelen mit dem Radius zieht, der durch die Mitte des Zahns geht, und wenn man diese Linien mit dem Boden durch einen kleinen Ablauf verbindet; die Fläche des Zahns ist ein Kreisbogen, dessen Radius gleich der Theilung ist. Bei sehr kleinen Rädern würde man auf diese Weise Zähne erhalten, die an ihrem Ende zu schwach sind, und man kann einen etwas kleinern Halbmesser nehmen, wogegen man ihn im Gegentheile grösser annimmt.

Winkelräder. — Alles das, was wir über die Berechnung der Stirnräder gesagt haben, ist auch auf die Winkelräder anwendbar. Es unterscheiden sich diese erstern dadurch, dass die Zähne, statt mit der Achse parallel zu seyn, nach den Kanten eines Kegels gerichtet seyn müssen, dessen Scheitel in dem Durchschnittspuncte der Achsen beider Räder liegt.

Nachdem man daher, wie weiter oben angegeben wurde, die Form des Zahnes von dem Theilrisse aus verzeichnet hat, welchen Theilriss man in diesem Falle in der Mitte des Kranzes nimmt, so wird der Kegel, welchen dieser Kreis zur Basis hat, der Theilrisskegel seyn. Die Kegel, deren Basen durch den Boden oder die Wurzel des Zahns und durch sein Ende gehen, werden die innern und äussern Kegelmäntel seyn, zwischen denen die Zähne begriffen sind. Trägt man alsdann rechts und links von dem Theilrisse auf den Theilrisskegel eine gleiche Entfernung auf der halben Breite der Zähne ab, so wird man die innere und äussere Begrenzung des Kranzes finden. Um nun die Form des Zahnes vollständig zu haben, ist es hinreichend, die Flächen des auf dem Theilrisse verzeichneten Zahns, nach den Kanten der Kegelmäntel zu verlängern und zwar bis auf den innern und äussern begrenzenden Kreis; man erhält auf diese Weise Zähne, deren Stärke und Höhe sich von dem äussern bis zu dem innern Kreise vermindern.

Die Theilung des Theilrisses muss in Beziehung zur Breite des Kranzes in einem gehörig zweckmässigen Verhältnisse stehen, um nicht Zähne zu erhalten, die an dem einen Ende zu dünn sind.

Aus dem Obigen ersieht man, dass die Construction der conischen Zähne nicht viel schwieriger als die der geraden ist; man operirt auf einer conischen, statt auf einer cylindrischen Oberfläche, allein die Principien beider Methoden sind gleich.

Construction der Zahnräder. — Nachdem wir nun schon angegeben haben, wie man die Dimension der Zähne bestimmt, wollen wir auch die Grundsätze kennen lernen, welche uns bei der Anordnung der andern Theile leiten müssen.

Die Stärke des Kranzes ist gewöhnlich der Höhe der Zähne gleich; in einigen Fällen jedoch vermehrt man diese Dimension etwas, oder bringt in der Mitte des Kranzes eine Verstärkungsrippe an. Will man eine noch grössere Festigkeit erreichen, so verstärkt man sie durch Seitenleisten oder Seitenkränze, welche die Hälfte oder die ganze Höhe des Zahnes umfassen. Zuweilen endlich bei sehr breiten Kränzen, wie die der Walzwerksgetriebe, wendet man sich kreuzende Zähne an, um eine gleichmässigere Stärke zu erlangen.

Wenn die Zähne aus Holz bestehen, so wird der Kranz durch die Zapfenlöcher, in denen die Zähne stecken, bedeutend geschwächt; man vermehrt alsdann ihre

Stärke um das 1,5 bis Zweifache von der Höhe der Zähne, und ihre Breite übersteigt die der Zähne wenigstens um das Zweifache ihrer Stärke. Im Allgemeinen muss man hölzerne Zähne bei Bewegungsübertragungen, welche Stösse erleiden können, vermeiden, und in andern Fällen dürfen sie nicht der Feuchtigkeit ausgesetzt seyn, indem sonst die Zähne sehr rasch zerstört werden.

Die Anzahl der Arme der Zahnräder ist nach ihrem Durchmesser verschieden und beträgt 4 bis 6, 8, 10 etc. Der grösste Zwischenraum, welchen man zwischen zwei aufeinander folgenden Armen annehmen kann, darf 2 Meter, auf dem Theilrisse gemessen, nicht übersteigen. Auf diese Weise muss ein Rad von 4 Metern Durchmesser wenigstens 6 Arme haben und eins von 6 Metern 8. Die Breite der Arme, in der Richtung einer Tangente auf das Rad gemessen, vermindert sich von der Nabe bis zu dem Kranze in dem Verhältnisse von 2 zu 3; ihre Form ist die eines Rechtecks, welches auf jeder Seite durch Rippen verstärkt ist. Die Breite in der Mitte der Arme ist gewöhnlich gleich der des Kranzes; ihre Stärke ist etwas geringer, als die der Zähne. Das Hervortreten der Rippen auf den Armen nimmt von dem Kranze bis zur Nabe zu; in der Mitte des Armes ist die ganze Stärke, parallel mit der Achse gemessen, fast gleich $\frac{2}{3}$ von der Breite des Kranzes. Tredgold hat Tabellen aufgestellt, welche für gegebene Belastungen die Dimensionen der Zähne und die der Arme, bei einem Rade von 6 Armen, von 1 M. Halbmesser, angeben; wir theilen die Tabelle hier mit.

Dimensionen der Zähne und der Arme der Zahnräder. (Mitte der Arme.)

Druck in Kilogrammen.	Stärke des Zahns in Centimetern.	Breite des Zahns in Centimetern.	Breite des Arms in Centimetern.	Vorsprung der Rippe auf den Arm in Centimetern.
Kil.				
10	0,30	2,00	4,20	1,21
40	0,60	3,27	6,00	2,00
80	0,90	4,54	8,00	3,00
158	1,20	5,81	8,50	3,90
244	1,50	7,08	9,70	4,85
336	1,80	8,35	10,77	6,30
430	2,10	9,62	11,64	6,80
580	2,40	10,89	12,12	8,25
730	2,70	12,16	13,10	8,73
870	3,00	13,43	13,80	9,70
1 100	3,30	14,70	14,50	10,67
1 210	3,60	15,97	15,50	11,64
1 500	3,90	17,24	16,00	12,60
1 750	4,20	18,51	16,50	13,68
2 200	4,50	19,58	17,00	14,06
2 300	4,80	20,85	17,50	16,50
2 660	5,10	22,12	18,00	17,00
2 840	5,40	23,39	18,50	17,95
3 220	5,70	24,66	19,00	19,00
3 500	6,00	25,93	19,50	19,40

Um die Dimensionen von den Armen eines Rades von irgend einem Halbmesser R zu erlangen, multiplicirt man die Zahlen in der Tabelle durch $\sqrt{R}$.

Wenn der Halbmesser der Welle gegeben ist, auf der das Rad sitzt, so beträgt die Stärke von der Mitte oder von der Nabe fast dasselbe, wie dieser Halbmesser. Bei kleinen Zahnrädern vergrössert man dieses Verhältniss etwas, wogegen man es bei denen von grossen Dimensionen vermindert. Was nun ihre Länge anbetrifft, so muss sie wenigstens gleich der Breite des Kranzes seyn; allein für grosse Durchmesser nimmt man ein stärkeres Verhältniss an, im Durchschnitte das von 1,5 zu 1.

Zusammensetzung der Zahnräder. — Wenn die Zahnräder nicht sehr gross sind, so giesst man sie stets aus einem Stücke, um kostbare Zusammensetzungen zu vermeiden; wenn aber ihr Gewicht bedeutend ist, so fertigt man sie aus mehrern Theilen an, wobei man eine von den nachstehenden Methoden befolgt.

Die Nabe und die Arme aus einem Stücke und der Kranz aus einem andern.

Die Nabe und die Arme aus einem oder aus zwei Stücken und den Kranz aus mehrern.

Die Nabe und die Arme getrennt und den Kranz aus mehrern Stücken.

Auf den Tafeln 78 und 79 sind mehrere verschiedene Zusammensetzungen dargestellt, von denen man die Erklärung in dem erklärenden Texte findet.

Von den Zahnstangen. — Die Zahnstangen werden häufig bei kleinen Kraftübertragungen angewendet, um eine kreisförmige Bewegung in eine continuirlich geradlinige zu verwandeln. So bringt man zur Bewegung der Schütze von den Wasserrädern an denselben eine oder mehrere Zahnstangen an, die in Getriebe greifen, deren Welle durch eine Kurbel bewegt wird. Die Zähne der Zahnstange und des Getriebes werden auf dieselbe Weise berechnet, wie oben angegeben.

Da es von Wichtigkeit ist, dass die Entfernung von der Achse des Getriebes zu der Zahnstange unveränderlich bleibt, so muss sie auf der den Zähnen entgegengesetzten Seite von einer oder von mehrern Frictionsrollen gehalten werden, wodurch jene Entfernung von dem Getriebe verhindert wird und die Zähne stets in Eingriff erhalten werden.

Die Zahnstangen bestehen aus Gusseisen und die Getriebe, wenn sie sehr klein sind, aus Schmiedeeisen. — An der Kurbelwelle bringt man stets ein Sperrrad mit einem Sperrkegel an, um die Zahnstange nach Belieben an irgend einem Puncte aufhalten zu können.

Von den Riemenscheiben. — Die Spur-, Riemen- und Kettenscheiben werden häufig angewendet, um bei der Uebertragung geringer Kräfte, hauptsächlich auf weitere Entfernungen, die Zahnräder zu ersetzen. Sie bewegen sich auf Scheiben oder Trommeln von Holz oder von Gusseisen, deren Durchmesser wie die der Zahnräder berechnet werden.

Da die Riemenscheiben die Bewegung nur unter der Bedingung mittheilen können, dass die Riemen nicht auf den Scheiben, über welche sie laufen, gleiten, so muss der Bogen, über den die Riemen greifen, ihre Breite und ihre Spannung im Verhältnisse zu der Kraft stehen, welche sie fortpflanzen sollen, d. h. im Verhältnisse Q der Wirkungsgrösse zu der Geschwindigkeit. Wenn man nun T die Kraft nennt, welche dazu erforderlich ist, um den Riemen auf der Scheibe gleiten zu lassen und t die Spannung, welche er haben muss, so findet man annähernd: $Q = T - t$.

Wenn man nun K das Verhältniss von $\frac{T}{t}$ nennt, so findet man:

$$t = \frac{Q}{(K-1)} \quad (5)$$

Es ist demnach, um t zu haben, hinreichend, den Werth von K kennen zu lernen; er wechselt mit dem Verhältnisse des Bogens, den der Riemen auf der Peripherie der Scheibe umfasst, sowie auch mit dem Reibungscoefficienten, der sich auf die Beschaffenheit der anzuwendenden Riemen bezieht. Die folgende Tabelle, welche von Hrn. Morin herrührt, giebt den Werth von K in den verschiedenen Fällen, welche die Praxis darbietet.

Tabelle über die Spannung der Laufriemen.

Verhältniss des Bogens, der von den Riemen umfasst ist, zu der ganzen Peripherie.	Werthe des Verhältnisses $K = \frac{T}{t}$.					
	Neue Laufriemen auf hölzernen Trommeln.	Laufriemen von gewöhnlicher Beschaffenheit. Auf hölzernen Trommeln.	Laufriemen von gewöhnlicher Beschaffenheit. Auf gusseisernen Scheiben.	Feuchte Laufriemen auf gusseisernen Scheiben.	Seile auf hölzernen Trommeln. Roh.	Seile auf hölzernen Trommeln. Polirt.
0,20	1,87	1,80	1,42	1,61	1,87	1,51
0,30	2,57	2,43	1,69	2,05	2,57	1,86
0,40	3,51	3,26	2,02	2,60	3,51	2,29
0,50	4,81	4,38	2,41	3,30	4,81	2,82
0,60	6,59	5,88	2,87	4,19	6,58	3,47
0,70	9,00	7,90	3,43	5,32	9,01	4,27
0,80	12,34	10,62	4,09	6,75	12,34	5,25
0,90	16,80	14,27	4,87	8,57	16,90	6,46
1,00	23,14	19,16	5,81	10,89	23,90	7,95
1,50	"	"	"	"	111,31	22,42
2,00	"	"	"	"	535,47	63,23
2,50	"	"	"	"	2575,80	178,52

Mit Hülfe dieser Tabelle kann man den Werth von t berechnen und den von $T = Q + t$ ableiten; die natürliche Spannung des Laufriemens, wenn er in Ruhe ist, wird $\frac{T+t}{2} = T'$ seyn. — Die Erfahrung zeigt, dass die Laufriemen eine Spannung von 0,25 Kilogr. auf das Quadratmillimeter Querschnitt machen können; dennoch wird $\frac{T'}{0{,}25}$ den Werth des Querschnitts geben, und die Breite wird man leicht finden, wenn man die Dicke kennt.

In den meisten Fällen spannt man die Laufriemen, indem man sie über die Scheiben legt, und es ist hinreichend, sie von einer Zeit zur andern nachzuspannen. Um dies aber vermeiden und oft auch, um die Bewegungsmittheilung zwischen zwei Achsen nach Belieben unterbrechen zu können, wendet man Spannrollen an, die mit einem

Hebel verbunden sind, durch den man die Wirkung regulirt. Nimmt man an, dass diese Rollen nur durch ihr Gewicht wirken, so berechnet man sie durch die Formel:

$$p = 2\ T' \cos. a. \quad (6)$$

wobei bezeichnet:

p, das Gewicht in Kilogrammen;

a, die Hälfte des stumpfen Winkels, welcher durch die beiden Hälften des Laufriemens am Wirkungspuncte der Walze gebildet wird, und von dem man annimmt, dass er in einer Ebene liege, die senkrecht auf der Tangente beider Scheiben stehe.

Die Anwendung der Laufriemen und Scheiben giebt ein sehr leichtes Mittel, um einer gegebenen Welle eine kreisförmige Bewegung mit veränderlicher Richtung zu ertheilen, um die Bewegungen auf grosse Entfernungen fortzupflanzen und um sie nach Belieben aufzuhalten und wieder in Betrieb zu setzen. Es ist hinreichend, die Wirkung der Spannrolle zu unterbrechen, um den Gang eines Laufseils aufzuhalten, oder man bringt eine Leerrolle neben der Triebrolle an und lässt den Riemen von der letztern auf die erstere übergehen, um die Bewegung der leitenden Achse aufzuhalten; man kann eben so leicht den Riemen in seine erstere Stellung zurückgehen lassen. — Die Taf. 27 giebt ein Beispiel von einer solchen Vorrichtung, welche auf einem Gichtzug angewendet worden ist.

Im Allgemeinen werden die einfachen oder doppelten Laufriemen zur Mittheilung geringer Kräfte benutzt, hauptsächlich in den Maschinenbauwerkstätten zur Bewegung der Drehbänke und vieler anderer Arbeitsmaschinen; man lässt sie aber sehr geschwind gehen, d. h. mit 5 oder 6 Metern in der Minute. Durch Scheiben von einem grossen Halbmesser und von hinlänglicher Breite kann man bedeutende Kräfte durch diese Vorrichtungen mittheilen. Man wendet sie durchaus nicht häufig genug an, und doch können sie in vielen Fällen, z. B., bei Hämmern, wie wir schon weiter oben sahen, mit Vortheil gewisse Zahnräder ersetzen.

Die Scheiben, welche nur etwas breiter als die Riemen oder Seile sind, bestehen gewöhnlich aus Gusseisen und haben auf ihrem Kranze eine Kehle oder Vertiefung, welche gleich $\frac{1}{10}$ der Breite ist, und durch welche der Riemen oder das Seil in ihrer gehörigen Lage erhalten werden. — Die grossen Trommeln für mehrere Laufseile bestehen gewöhnlich aus Holz, die Arme und die Nabe aber ebenfalls aus Gusseisen.

Von den Aus- und Einrückungen, Bremsen, Regulatoren und Schwungrädern.

Von den Aus- und Einrückungen. — Die Aus- und Einrückungen werden dazu benutzt, um zwei Wellen miteinander zu verbinden, von denen die eine sich ununterbrochen bewegt, während die andere nach Belieben aufgehalten oder in Bewegung gesetzt werden muss. — Die beiden Wellen können übrigens in zwei parallelen Ebenen, oder auf einer und derselben geraden Linie liegen.

Wenn beide Wellen auf einer Linie liegen, so besteht die einfachste Methode der Verbindung darin, einen Muff anzuwenden, wie es bei den Walzwerken der Fall ist, die schon weiter oben beschrieben worden sind; allein eine solche Einrichtung ist nicht bequem und erscheint nur in einigen speciellen Fällen zweckmässig. Weit allge-

meiner wendet man eine Vorrichtung an, welche der ähnlich ist, um ein Walzwerk mit seinen Motoren in Verbindung zu bringen. Diese Vorrichtung besteht aus zwei Klauen, von denen die eine auf die Triebwelle gekeilt, während die andere in der Richtung der zu bewegenden Welle beweglich ist, sich aber nicht drehen kann, ohne sie in ihre Bewegung mit hineinzuziehen. Man erlangt diese Wirkung auf mehrerlei Weise: bei den grössern Maschinen greift die Welle, welche eine kreuzförmige Gestalt hat, in die bewegliche Klaue oder Muffe; bei den feinern Maschinen ist die Welle abgedreht, die Muffe ausgebohrt und die beiden Stücke werden durch einen Schlüssel verbunden, der auf der Welle befestigt ist. Der bewegliche Muff oder die bewegliche Klaue, wird auf seiner Welle mittelst eines Hebels bewegt, der in eine Gabel endigt, deren beide Arme den Hals der Klaue umfassen, und welche man die Rückgabel nennt.

Wenn die beiden Wellen auf verschiedenen Linien liegen, welche untereinander durch Stirn- oder Winkelräder in Verbindung stehen, so richtet man das auf der Triebwelle befindliche so ein, dass es sich ohne diese Welle bewegen kann, oder, wie man sagt, leer geht. Alsdann macht man das Rad mittelst einer Gabel verschiebbar, so dass man es mit dem andern in oder ausser Verbindung setzen kann, und man im Stande ist, die Drehung der andern Welle nach Belieben zu unterbrechen. Die Figuren 10 etc., Taf. 25, geben ein Beispiel von einer solchen Vorrichtung, in welcher die Bewegungsrichtung der geführten Welle gewechselt oder vollständig unterbrochen werden kann, je nach der Stellung der doppelten Klaue, welche zwischen den beiden Rädern der Triebwelle angebracht worden ist.

Bei der Anwendung von Laufriemen verfährt man auf dieselbe Weise, allein man kann auch, wie dies weit allgemeiner der Fall ist, auf der Triebwelle eine Trommel anbringen und auf der geführten Welle drei Scheiben, von denen die eine fest ist und zwei, rechts und links von der erstern, leer gehen. Mittelst zweier Laufriemen, von denen der eine über das Kreuz geht, theilt man der Welle eine Bewegung mit, deren Richtung verändert, oder die gänzlich aufgehalten werden kann, je nach der Stellung, die man den Laufriemen giebt.

Von den Bremsen. — Die Bremsen sind Reibungsapparate, welche den Zweck haben, auf einer Bewegungsachse Widerstände hervorzubringen, welche im Stande sind, den Ueberschuss der Triebkraft auszugleichen.

Die am Meisten gebrauchten Bremsen bestehen aus einer Walze oder aus einer Trommel, auf deren Peripherie man unter einem gewissen Drucke einen festen Körper wirken lässt, welcher sie gänzlich oder zum Theil umgiebt. Dieser Druck kann durch ein Gewicht, oder die Kraft eines Arbeiters, der auf das Ende eines Hebelarms wirkt, ausgeübt werden.

Die Reibungen sind unabhängig mit der in Berührung stehenden Oberfläche und verhalten sich zu dem Drucke in einem Verhältnisse, welches mit der Beschaffenheit der Oberflächen verschieden ist.

Wenn N die Anzahl der Umdrehungen der Welle in der Minute bezeichnet;
R, den Halbmesser der Trommel;
P, den Druck in Kilogrammen;
f, den Reibungscoefficienten;
so wird die Leistung der Bremse in der Secunde dargestellt werden in Kilogrammmetern durch den Ausdruck:

$$T = \frac{2\pi R N}{60} f P. \quad (7)$$

Die Wirkung der Bremse ist um so bedeutender, je grösser f ist, weshalb man Körper anwenden muss, welche bedeutende Reibungen veranlassen. Im Allgemeinen lässt man ein Stück Holz auf einen gusseisernen oder schmiedeeisernen Kranz einwirken, oder man umgiebt die gusseiserne Trommel mit einem Reife von gewalztem Eisen. Im erstern Falle beträgt der Werth von f ohngefähr 0,40 bis 0,50, wenn man keinen Ueberzug anwendet; im zweiten 0,18 bis 0,25.

Die Krahne, die Haspel und im Allgemeinen alle Apparate, welche zur Hebung von Lasten dienen, ferner auch die Eisenbahnwagen etc., sind mit Bremsen versehen. Die Taf. 80 zeigt die Anwendung einer Bremse auf eine Winde; sie besteht aus einem gusseisernen Kranze, der mit einem eisernen Reife umgeben ist, dessen Enden mit einem Hebel verbunden sind, auf den man mit der Hand wirkt.

Dynamometrische Bremse. — Wenn man der Bremse eine eigenthümliche Einrichtung giebt, welche Hr. v. Prony angegeben hat, und die man den Prony'schen Zaum nennt, so bedient man sich derselben mit Erfolg zur Messung des Nutzeffectes von einem Motor, indem man ihn auf eine Wasserradwelle, oder auf die Kurbelwelle einer Dampfmaschine wirken lässt.

Diese Bremse oder der Zaum besteht im Wesentlichen aus zwei parallelen Stücken Holz von ungleicher Länge, kreisförmig ausgeschnitten, damit ein jedes von ihnen einen Theil von der Welle umfasse, mit welcher man experimentirt, und die durch zwei Bolzen miteinander verbunden sind, welche sie gegen die Welle drücken.

Wenn die beiden Stücken Holz horizontal angebracht worden sind, so verbindet man mit dem Ende des längsten ein Gewicht, welches im Stande ist, die Bremse während der drehenden Bewegung der Welle in ihrer erstern Stellung zu erhalten, und in diesem Falle ist es klar, dass die Grösse der von der Achse übertragenen Wirkung gleich dem Producte des an der Bremse aufgehängten Gewichts ist durch den Raum, den sie in einer Secunde durchläuft, wenn sie durch die Bewegung der Welle mit fortgezogen worden wäre. Mit andern Worten, wenn man nennt:

Q, das aufgehängte Gewicht;

q, das nicht im Gleichgewichte stehende Gewicht des Hebels;

L, die Länge des Hebels von der Mitte der Welle bis zu dem Puncte, wo sich das Gewicht befindet;

N, die Anzahl der Umgänge, welche die Welle in einer Minute macht;

man hat alsdann:

$$T = \frac{2\pi L N}{60} (Q \times q). \quad (8)$$

Eine Formel, mittelst welcher man die gesuchte Wirkung in Kilogrammmetern und in der Secunde erlangt.

Der Prony'sche Zaum ist neuerlich sehr verbessert worden; die Versuche mit demselben lassen sich sehr leicht anstellen, und die Resultate, die er giebt, können mit Vertrauen angenommen werden.

Von den Geschwindigkeitsregulatoren. — Die Geschwindigkeit der Motoren muss im Allgemeinen gleichförmig seyn, d. h., die Anzahl der Umdrehungen, welche sie in einer Minute machen, muss fortwährend dieselbe bleiben. Um dies Re-

sultat zu erlangen, muss man die Wirkung der Kraft mit der des Widerstandes in Verhältniss bringen, indem man darnach die Oeffnungen zum Einströmen des Dampfes, oder die Schützöffnungen, welche das Wasser auf die Räder führen, regulirt.

Wäre diese Arbeit der Aufmerksamkeit der Arbeiter anvertraut, so wird es wahrscheinlich schwer halten, eine Maschine mit regelmässiger Geschwindigkeit zu treffen; man hat demnach Apparate erfunden, welche bestimmt sind, durch sich selbst die Admission der Triebkraft zu bewirken.

Der bei den Dampfmaschinen am Meisten angewendete Regulator, um auf das Dampfadmissionsventil zu wirken, ist das conische Centrifugalpendel, welches auch unter dem Namen des Watt'schen Moderators bekannt ist.

Dieser Apparat besteht im Wesentlichen aus einem mit Gelenken versehenen Rhombus, der auf einer senkrechten Stange angebracht ist, die ihre Bewegung von der Maschine erhält. Der Rhombus ist an der Welle befestigt, mit der er sich durch sein oberes Ende dreht, wovon zwei Stangen abgehen, die an ihren Enden zwei metallene Kugeln von einer gewissen Schwere tragen; die unteren Stangen sind mit den ersteren durch Charniere verbunden und stehen mittelst ihrer Enden mit einem Muffe in Verbindung, welcher die Achse umfasst und auf ihr verschiebbar ist.

Je nachdem sich nun die Kugeln von der senkrechten Welle entfernen, oder sich ihr nähern, durch eine Beschleunigung oder eine Verminderung der Geschwindigkeit, steigt oder sinkt der Muff auf der Achse; so dass, wenn dieses Stück in Verbindung mit dem Klappenventile gesetzt wird, welches in dem Dampfrohre angebracht worden ist, welche Verbindung durch zweckmässig angebrachte Hebel bewirkt werden kann, dieses Ventil den Eintritt des Dampfes verkleinern oder vergrössern wird, je nachdem der Muff steigen oder sinken wird, oder je nachdem die Kugeln sich voneinander entfernen, oder einander nähern werden.

Dieser Apparat wirkt sehr vollkommen bei den Dampfmaschinen, bei denen er ein unentbehrliches Hülfsmittel ist. Zuweilen lässt man ihn auch auf die Expansion wirken und nicht auf das Ventil, welches den Dampf zulässt, und es ist dies ein Mittel, um eine veränderliche Expansion zu erlangen. — Man hat den Centrifugalregulator auch auf die Wasserräder angewendet, um die Schützöffnung zu reguliren, allein der kleine Lauf des Muffs, das grosse Gewicht, das man den Kugeln geben muss, um eine etwas bedeutende Kraft zu erlangen und die bedeutenden Kosten des Apparats, haben seine Anwendung beschränkt.

Regulator mit zusammengepresster Luft. — Wir sahen schon auf Seite 288 etc. des 3. Bandes, dass die bei den Gebläsen angewendeten Glockenregulatoren sehr gut als Regulatoren der Triebkraft benutzt werden könnten. Man hat diesen Vortheil erkannt und construirt jetzt Luftregulatoren, die ganz besonders den Zweck haben, die Geschwindigkeit der Dampfmaschine oder der Wasserräder zu reguliren, bei welchen letztern sie mit weit mehr Erfolg anwendbar sind, als die Kugelregulatoren.

Diese Apparate bestehen wesentlich aus einem Blasbalge, der durch eine Maschine bewegt wird, und dessen Luft in einem Recipienten mit beweglicher Platte gelangt, welcher durch seine Hebung oder Senkung auf eine senkrechte Stange wirkt und dadurch auf den Schütz des Rades, oder auf das Ventil der Dampfröhre. Sie wirken mit vieler Regelmässigkeit und scheinen uns eine besondere Aufmerksamkeit, sowohl für Wasserräder, als auch für Dampfmaschinen zu verdienen.

Von den Schwungrädern. — Schwungräder nennt man gusseiserne Räder, die auf einer von den Wellen zur Bewegungsmittheilung angebracht worden sind, und deren Hauptzweck es ist, die Wirkung einer veränderlichen Kraft, oder eines veränderlichen Widerstandes zu reguliren.

Die hauptsächlichste Anwendung der Schwungräder ist die bei den Dampfmaschinen; da die wiederkehrende Bewegung des Kolbens mittelst einer Kurbel in eine continuirlich kreisförmige Bewegung verwandelt wird und die Wirkung der Kurbel in jedem Augenblicke, nach der Länge des Hebels, auf welchen die Kraft einwirkt, verschieden ist, so kann man keine gleichförmige Winkelgeschwindigkeit erlangen, als wenn man ein Schwungrad anwendet, dessen Trägheit von der Art ist, dass nach jeder Umdrehung die Kraft ins Gleichgewicht mit dem zu überwindenden Widerstande gelangt. Auf diese Weise geht die Kurbel über den todten Punct weg, ohne dass die Winkelgeschwindigkeit vermindert würde, weil das Schwungrad alsdann einen Theil von der Wirkung wiedergiebt, die es in dem Augenblicke absorbirt hatte, in welchem sich der Kolben in der Mitte seines Laufes befand.

Wenn P das Gewicht von dem Kranze eines Schwungrades bezeichnet und V seine Geschwindigkeit in der Secunde in der Mitte des Kranzes, so ist seine lebendige Kraft oder Beschleunigung $\frac{P}{g} V^2$. Nennt man nun:

A, die Kraft der Maschine in Kilogrammmetern;

N, die Anzahl der Umgänge des Schwungrades in der Minute;

K, einen Coefficienten, welcher mit dem Grade der zu erreichenden Regelmässigkeit wechselt;

so hat man:

$$P V^2 = \frac{62 A K}{N} \quad (9)$$

Man macht:

$K = 20$ bis 25 bei Maschinen, die keiner grossen Regelmässigkeit bedürfen, wie Walzwerke, Mühlen etc.; $K = 35$ bis 40 für die Spinnereien für grobe Nummern; $K = 50$ bis 60 für die Spinnereien für sehr feine Garne.

Schwungräder der Hämmer. — Die Anwendung der Schwungräder ist nicht auf den einzigen Fall beschränkt, in welchem die Wirkung einer Kurbel regulirt werden muss; sie sind auch noch unter einer Menge von Umständen unerlässlich, in denen die Arbeit des Motoren vollkommen regelmässig seyn kann, indem sich ihr Effect nicht allein auf den beschränkt, von dem wir redeten.

Bei den Apparaten mit Stoss, z, B., wie die verschiedenen Arten von Hämmern, sieht man:

1) Dass die Triebkraft nur dann Kraft verbraucht, wenn der Daumen den Hammer hebt; 2) dass in dem Augenblicke, wo der Daumen gegen den Helm stösst, der Kraftverbrauch sehr bedeutend ist, und dass ein Stoss entsteht, dessen Wirkung die Zähne des Räderwerks zerbrechen kann, wenn ein solches vorhanden ist, oder dass es nach und nach die Verbindungen des Wasserrades zerstört. Aus diesen verschiedenen Gründen ist der Gebrauch eines Schwungrades bei den Apparaten unerlässlich. Es dient zu gleicher Zeit dazu, den todten Punct zu überwinden, wenn der Motor eine Dampfmaschine ist; zur Geschwindigkeitsregulirung, weil die Arbeit der Maschine in-

termittirend ist; und endlich verhindert es bei einer zweckmässigen Stellung die Uebertragung der Stösse auf die Zahnräder und auf die Motoren. Wir haben schon weiter oben bei den Hämmern die Betrachtung angestellt, auf welche man die Berechnungen von dem Gewichte eines Schwungrades gründen muss; wir begnügen uns daher, hier nur die Formeln aufzuführen; man wird haben:

Für einen Stirnhammer:	$P\,V^2$	$=$ 100 A.	(10)	
Für einen grossen Schwanzhammer:	desgl.	desgl.	desgl.	
Für einen Aufwerfhammer:	$P\,V^2$	$=$ 98 A.	(11)	
Für einen Schwanzhammer zon 250 Kil.	$P\,V^2$	$=$ 90 A.	(12)	
Für einen kleinen Schwanzhammer:	$P\,V^2$	$=$ 70 A.	(13)	

Schwungräder der Walzwerke. — Bei allen Bewegungsmittheilungen der Walzwerke sind die Schwungräder unerlässlich, vorausgesetzt, dass ihre stets unterbrochene Arbeit zu Stössen Veranlassung giebt, deren Wirkung vermindert werden muss.

Wenn die durch das Durchwalzen eines Eisenstabes wirklich absorbirte Kraft berechnet werden könnte; ebenso wenn man die Stärke der Stösse kennte, welche bei dem Eintritte des Stücks zwischen die Walzen entstehen, so könnte man das Gewicht der anzuwendenden Schwungräder bestimmen; allein diese Elemente fehlen gänzlich und die Erfahrung ist hier der einzige Führer des Maschinenbauers.

Mehrere Mechaniker haben zur Gewichtsbestimmung der Walzwerksschwungräder Formeln aufgestellt, bei denen sie als Element des Calculs die Kraft des Motoren eingeführt haben. Dies Verfahren könnte gut seyn, wenn ein genaues und bekanntes Verhältniss zwischen der Kraft und dem zu überwindenden Widerstande stattfände; allein diese Data sind ebenfalls sehr unsicher, und da im Gegentheile das Schwungrad um so stärker seyn muss, je schwächer im Verhältnisse zu der mittlern auszuführenden Arbeit der Motor ist, so folgt, dass man in diesem Falle die Kraft des Motoren nicht wirklich zur Basis des Calculs machen kann. Wir haben es so mit den Hämmern gemacht, weil die Stösse von der Maschine selbst und nicht von ihrer Leistung abhängen; bei den Walzwerken ist es ganz anders, der Kraftaufwand ist sehr gering, wenn kein Eisen zwischen den Walzen steckt, und sie ist auch mit der Beschaffenheit des zu fabricirenden Eisens ausserordentlich verschieden und eben so nach der Temperatur des Eisens, nach der Länge der Stäbe, nach der Einrichtung der Kaliber etc.

Die natürlichste und die wahrste Methode besteht darin, die Kraft der Schwungräder nach der Beschaffenheit der Arbeit des Walzwerks zu bestimmen; bei diesem Principe glauben wir stehen bleiben zu müssen, und um es anzuwenden, gruppiren wir die Fabrication in verschiedene Classen und werden bei einer jeden derselben die anzuwendende Kraft der Schwungräder angeben.

1) Die Fabrication von langem Bleche erfordert eine Kraft von 70 bis 80 Pferden und giebt zu sehr bedeutenden Stössen Veranlassung. Die Grösse der Wirkung des Schwungrades, gleich der Hälfte seiner lebendigen Kraft, muss ohngefähr 225000 Kilogrammmeter betragen; man hat demnach: $\frac{P\,V^2}{2\,g} = 225000$; daher

$$P = \frac{4500000}{V^2} \quad (14)$$

2) In die zweite Kategorie stellen wir: die Fabrication des mittlern Blechs, die der Schienen und des sehr langen Bandeisens; es gehört auch alles Drahteisen hierher, wenn die Triebkraft zu schwach ist, um die höchste Leistung zu erhalten. Die Grösse der Wirkung des Schwungrades muss 200000 Kilogrammmeter seyn, d. h. $\frac{P V^2}{2 g} = 200000$; daher:

$$P = \frac{3920000}{V^2} \quad (15)$$

3) Eisen Nr. 1 (Puddel- oder Lumpenwalzwerk), das gewöhnliche Grobeisen, die feinen Eisensorten und die feinern Bleche, werden mit Maschinen von 30 bis 40 Pferdekräften angefertigt; man muss im Durchschnitte ein Schwungrad von 180000 Kilogrammetern haben: $\frac{P V^2}{2 g} = 1800000$; daher:

$$P = \frac{3528000}{V^2} \quad (16)$$

Mittelst dieser Formeln ist es leicht, die Dimensionen eines Schwungrades zu berechnen; giebt man sich seinen Durchmesser und die Anzahl der Umgänge, welche es in der Minute machen muss, so findet man seine Geschwindigkeit und leitet daraus das Gewicht P seines Kranzes ab. — Es sey, z. B., ein Schwungrad für ein Grobeisenwalzwerk zu berechnen, welches sehr langes Bandeisen macht, wozu wir die Formel (15) $P = \frac{3920000}{V^2}$ anwenden. Wenn das Schwungrad 3 Meter mittlern Halbmesser hat, und wenn es 100 Umdrehungen in der Minute machen muss, so wird man haben: $V = \frac{2 \pi R . 100}{60} = 31{,}8$ M., daher $V^2 = 1011{,}24$ und $P = 3828$ Kil.

Indem man nennt:

a, die Stärke des Kranzes;

b, seine Höhe in der Richtung des Radius;

so wird sein Gewicht dargestellt werden durch:

$$2 \pi R a b \times 7200 = P; \quad (17)$$

daher: $a b = \frac{P}{2 \pi R \times 7200} = \frac{3828}{135648} = 0{,}0282$ M.; macht man nun $a = 0{,}10$ M., so findet man: $b = \frac{0{,}0282}{0{,}10 \text{ M.}} = 0{,}282$ M.

Stellung der Schwungräder. — Wenn die Triebkraft nur ein einziges Walzwerk betreibt, so muss das Schwungrad soviel, als möglich, auf dessen Welle angebracht werden, so dass es die Stösse vor jedem andern Stücke der Bewegungsmittheilung erlangt. Jedoch kann man diesen Grundsatz nicht immer anwenden, denn wenn das Walzwerk sehr langsam betrieben würde, so müsste man dem Schwungrade ein zu bedeutendes Gewicht geben, damit es eine hinreichende Wirkung erlange. Es ist demnach in diesem Falle besser, das Schwungrad auf eine besondere Welle zu legen, welche eine grössere Geschwindigkeit hat. Da die zwischen dem Walzwerke und dem Schwungrade befindlichen Zahnräder alsdann die ersten Stösse erhalten, so

müssen sie grosse Durchmesser haben und den Belastungen, die sie zu tragen haben, einen verhältnissmässigen Widerstand entgegenstellen.

Wenn eine Maschine mehrere Walzwerke betreibt, so wird das Schwungrad für dasjenige von ihnen berechnet, welches den kräftigsten erfordert, und man bringt es dann so nahe, wie möglich, bei diesem Walzwerke an. Die in diesem Falle am Gewöhnlichsten angewendete Einrichtung besteht darin, das Schwungrad auf eine Welle zu legen, die eine hinreichende Geschwindigkeit hat, und mit der man alle Walzwerke mittelst sehr starker Zahnräder verbindet. Das Schwungrad befindet sich alsdann in der Mitte der Bewegungsmittheilung und sichert alle Maschinentheile, die auf der Seite des Motoren befindlich sind.

In einigen Hütten wendet man eine gänzlich entgegengesetzte Einrichtung an, indem man für jedes Walzwerk ein besonderes Schwungrad vorrichtet, um alle Zahnräder der Bewegungsmittheilung zu sichern. Diese Einrichtung ist aber weit davon ontfernt, die davon zu erlangende Wirkung hervorzubringen, denn da sich die Zahnräder zwischen mehrern Schwungrädern befinden, so werden sie bald von den einen und bald von den andern geleitet und sind ausserordentlich heftigen Stössen unterworfen. — Eine Bewegungsmittheilung, welche unter diesen Umständen eingerichtet ist, kann nur soweit widerstehen, als die einerseits befindlichen Schwungräder weit schwächer sind, als die ihnen entgegengesetzten, allein alsdann sind die erstern unnütz. Die beste Methode besteht demnach darin, nur ein einziges Schwungrad von hinlänglicher Kraft anzuwenden, so dass es für das stärkste Walzwerk hinreichend ist; nur muss man ihm eine centrale Stellung im Verhältniss zu den verschiedenen Walzwerken geben, so dass die Triebkraft und die ersten Zahnräder vollkommen gesichert sind.

Wir kommen auf diese Frage zurück und beschäftigen uns mit den allgemeinen Einrichtungen der Bewegungsmittheilung.

Construction der Schwungräder. — Selten nur kann man ein Schwungrad aus einem einzigen Stücke giessen, oder es müsste denn der Kranz sehr leicht seyn. In den gewöhnlichen Fällen ist sein Volum viel zu bedeutend im Verhältnisse zu dem der Arme, als dass ein solches Stück nicht schon durch Einwirkung des Schwindens von dem Gusseisen zerbrechen sollte. Daher bestehen denn die Schwungräder wenigstens immer aus zwei Stücken, die Nabe und die Arme eines Theils und der Kranz andern Theils; hat dieser einen bedeutenden Durchmesser oder ein sehr bedeutendes Gewicht, so theilt man ihn noch in 4, 6 oder 8 Segmente.

Die Taf. 70 stellt mehrere Beispiele von der Art und Weise der Verbindungen der Arme mit dem Kranze dar. Diese Verbindungen verdienen eine besondere Aufmerksamkeit von Seiten des Maschinenbauers, denn die von der Centrifugalkraft auf den Kranz eines Schwungrades, welches mit grosser Geschwindigkeit umgeht, ausgeübte Kraft ist sehr bedeutend und sein Bruch nichts Seltenes in den Eisenhütten.

Die auf die Verbindung der Arme und des Kranzes ausgeübte Kraft wird durch die Formel dargestellt:

$$F = \frac{P\ V^2}{g\ R} \quad (18)$$

Es müssen daher die Arme und die Verbindung stark genug seyn, um dieser Kraft zu widerstehen. Nehmen wir, z. B., an, dass man habe: $P = 3000$ Kil, $V = 40$ M. und $R = 2$ M., so findet man: $F = \frac{3 \times 1600}{9{,}8 \times 2} = 244897$ Kil. Wenn das

Schwungrad 6 Arme hat, so wird ein jedes derselben eine Belastung tragen, die gleich $\frac{F}{6} = \frac{244897}{6} = 40816$ Kil. ist.

Da das Gusseisen in diesem Falle nur eine zerreissende Belastung von 2 Kil. auf das Quadratmillimeter tragen kann, so wird der Arm einen Querschnitt von etwa 20000 Quadratmillimetern haben, der durch ein Rechteck von 0,20 Meter Breite auf 0,10 Meter Stärke dargestellt werden kann. Beständen die Arme aus Schmiedeeisen, so würde ein Querschnitt von 6000 Quadratmillimetern (0,12 Meter auf 0,06 Metern) hinreichend seyn; das Eisen würde nur einer Belastueg von 6 bis 7 Kil. auf das Quadratmillimeter unterworfen werden.

Die Kraft, durch welche die verschiedenen Theile des Kranzes sich voneinander zu trennen suchen, ist nicht so mächtig, als die Centrifugalkraft selbst; sie kann durch die Formel dargestellt werden:

$$F' = \frac{P\,V^2}{g\;2\;\pi\;R} \quad (19)$$

Wendet man diese Formel auf das erwähnte Beispiel an, so findet man:

$$F' = \frac{3000 \times 1600}{9,8 \times 12,50} = 39183 \text{ Kil.}$$

Ein gusseiserner Kranz von 4 Metern Durchmesser und von 3000 Kil. Gewicht würde zum Querschnitte haben: $a\,b = \frac{3000}{12,50 \times 7200} = 0,033333$ Q. M., d. h., ohngefähr 34000 Quadratmillimeter. — Jedes Millimeter Querschnitt würde demnach eine Belastung von $\frac{39000}{34000} = 1,15$ Kil. tragen. Es würde nicht klug seyn, Gusseisen bei einer Benutzung dieser Art mehr zu belasten und es würde selbst zweckmässig seyn, den Schwungradkranz mit einem eisernen Reife zu umgeben, dessen Querschnitt etwa 3900 Quadratmillimeter haben müsste, dargestellt durch einen Quadratstab von 0,0625 Meter Stärke.

Wenn der Schwungradkranz aus mehrern Stücken bestände, die durch eiserne Platten mit Schwalbenschwänzen untereinander verbunden wären, wie dies so häufig der Fall ist, so müsste man sie nicht stärker belasten, als mit höchstens 4 Kil. auf das Quadratmillimeter, indem es oft der Fall seyn kann, dass sie nicht alle gleich gespannt sind, und alsdann würde die ganze Belastung auf einem von ihnen ruhen, wodurch ein Bruch herbeigeführt werden könnte.

Die vorhergehenden Betrachtungen beweisen ganz deutlich, dass, wenn man bei Schwungrädern mit grosser Geschwindigkeit Gusseisen ersparen will, man die grösste Aufmerksamkeit auf die Einrichtung der Verbindungen verwenden muss. Brüche der Schwungräder sind sehr häufige Unfälle und beweisen, dass man sich im Allgemeinen nicht Rechenschaft von den grossen Anstrengungen giebt, welche die verschiedenen Theile, aus denen ein solches Rad besteht, unterworfen sind. Dies rührt vielleicht auch daher, dass man ihre Widerstandsfähigkeit nur für die normalen Geschwindigkeiten der Maschine berechnet, während man das Calcul auf die grösste Geschwindigkeit der Triebkraft begründen muss, und diese muss wenigstens anderthalb Mal bedeutender seyn, als die normale. — In den Hütten, die mit Wasser betrieben werden, ist es leicht, sich davon Rechenschaft zu geben, denn die grösste Geschwindigkeit des Rades

kann die der Flüssigkeit, welche es bewegt, nicht übersteigen, und diese letztere kann sehr genau berechnet werden.

Es herrscht in den Eisenhütten ein allgemeines Vorurtheil gegen die Schwungräder von geringem Gewichte und von grosser Geschwindigkeit; man will nicht zugestehen, dass ihre Kraft im Verhältniss zu dem Quadrate ihrer Geschwindigkeiten stehe, und dass ein Schwungrad, welches 4 Mal leichter ist, als ein anderes, indem es bloss zwei Mal geschwinder geht, dieselben Wirkungen hervorbringen könne. Das Calcul beweis't es sehr einfach, allein die Erfahrung reicht selbst immer hin, um die Vorurtheile der Ignoranz zu vertilgen.

Die Schwungräder mit grosser Geschwindigkeit (30 bis 40 Meter in der Secunde) haben jedoch leicht begreifliche Vorzüge vor den andern; vergleichen wir, z. B., zwei Schwungräder von gleichem Durchmesser, von denen das eine 100 Umgänge in der Minute macht nnd 10000 Kil. wiegt, während das zweite 200 Mal in der Secunde umläuft und nur 2500 Kil. wiegt.

Die Kraft dieser beiden Schwungräder wird dieselbe seyn, denn ihre lebendigen Kräfte sind sich gleich, weil man hat:

$$\frac{10000 \times \overline{100}^2}{g} = \frac{2500 \times \overline{200}^2}{g}$$

Das Schwungrad mit grosser Geschwindigkeit, welches nur 2500 Kil. wiegt, wird eine Materialersparung von 7500 Kil. an sich selbst geben.

Die Welle, welche es trägt, wird ebenfalls weniger wiegen, weil sie für einen 4 Mal geringern Widerstand berechnet werden kann. Da die Zapfen endlich viel schwächer zu seyn brauchen, so werden sie zu minder bedeutenden Reibungen Veranlassung geben und werden weniger Kraft erfordern. Wenn, z. B., zu dem Schwungrade von 10000 Kil. ein Zapfen von 0,17 Meter Durchmesser erforderlich ist, so bedarf man zu dem von 2500 Kil. nur einen Zapfen von 0,11 Meter Stärke. — Wenn das Verhältniss der Reibung zum Drucke in beiden Fällen zu 0,10 angenommen worden ist, so werden die durch die Reibungen absorbirten Kräfte eines Theils seyn:

$$\frac{2\pi R N}{60} \times 0{,}10\, P = \frac{0{,}534 \times 100 \times 0{,}10 \times 10000 \text{ Kil.}}{60} = 890\, k \times m = 11{,}86 \text{ Pferde-}$$

kräfte und andern Theils:

$$\frac{2\pi R N}{60} \times 0{,}10\, P = \frac{0{,}345 \times 200 \times 0{,}10 \times 2500 \text{ Kil.}}{60} = 287\, k \times m = 3{,}82$$

Pferdekräfte.

Die Differenz beträgt, wie man sieht, ohngefähr 8 Pferdekräfte, welche in allen Fällen einen bedeutenden Bruch von der Triebkraft darstellt.

Die Berücksichtigung der Reibung ist ohne Widerrede eine der bedeutendsten, welche man zu Gunsten der leichten Schwungräder mit grosser Geschwindigkeit machen kann; allein sie gewähren auch ausserdem noch den Vortheil, dass, wenn die Triebkraft durch einen sehr heftigen Stoss, oder durch das Durchwalzen eines sehr langen oder eines kalten Stabes, aufgehalten worden ist, das Walzwerk seine eigentliche Geschwindigkeit in einer sehr kurzen Zeit wiedererlangt, indem das Ingangsetzen um so rascher bewirkt wird, als die Reibungen einen geringern Theil von der Kraft der Maschine absorbiren.

Diese verschiedenen Bemerkungen führen uns zu der Annahme, dass man stets gut thut, Schwungräder von grosser Geschwindigkeit zu wählen, sobald ihre Annahme vereinbar mit der Beschaffenheit der Bewegungsmittheilung ist.

Wellen, Zapfenlager und Fundamente.

Von den Wellen. — Die Wellen sind feste Körper von Holz, von Gusseisen oder von Schmiedeeisen und haben den Zweck, die beweglichen Stücke einer Bewegungsmittheilung zu tragen. Die Puncte, mit denen sich eine Welle auf ihre Unterlage stützt, heissen die Zapfen.

Wir haben schon bei den Wasserrädern die Beschaffenheit der Belastung angegeben, denen die Wellen von einer Bewegungsmittheilung unterworfen sind, und wir haben die Formeln mitgetheilt, welche man zur Berechnung der Dimensionen anwenden muss. Ebenso haben wir auch auf S. 364 eine Tabelle mitgetheilt, welche zur Bestimmung des Durchmessers von gusseisernen oder schmiedeeisernen Zapfen dient, je nach dem Gewichte, mit dem sie belastet sind. Wir wollen diese Data dadurch vervollständigen, dass wir zwei Tabellen mittheilen, in denen die Durchmesser im Verhältnisse zu der Kraft berechnet sind, welche die Wellen übertragen, oder der Drehungsbelastung, der sie unterworfen sind.

Tabelle über die Durchmesser in Millimetern der schmiedeeisernen Zapfen von Wellen, welche Bewegung mittheilen und welche in der Nähe der Triebkraft befindlich sind.

Pferdekräfte.	Anzahl der Umläufe in der Minute									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.
4	119	94	82	75	69	66	62	60	57	55
6	136	108	94	86	80	75	71	68	66	63
8	150	119	104	94	87	83	78	75	72	70
10	162	128	112	102	94	90	85	81	78	75
12	172	136	119	108	101	95	90	86	83	80
14	181	143	124	114	106	100	94	91	87	84
16	189	150	131	119	111	105	99	95	91	88
18	196	157	136	124	115	109	105	99	95	91
20	203	162	141	129	118	113	107	102	98	95
25	222	175	152	138	129	121	115	110	105	102
30	233	185	161	147	137	129	122	116	112	108
35	246	195	170	155	144	134	129	123	118	114
40	257	204	178	161	150	142	134	129	123	119
45	267	212	185	168	157	147	140	133	129	124
50	277	220	192	175	162	152	145	139	133	129
55	286	227	198	180	168	157	149	143	137	135
60	294	234	202	185	172	161	154	147	140	137
65	302	240	210	190	177	166	158	151	145	140
70	310	246	215	195	181	170	162	155	149	144
75	317	251	220	200	185	175	166	158	153	147
80	324	257	225	204	189	178	169	162	156	150
85	331	263	229	209	194	182	173	166	159	154
90	337	267	234	212	197	185	176	169	162	157
95	343	272	238	216	200	189	179	172	165	159
100	349	277	242	220	204	192	182	175	168	162

Tabelle über die Durchmesser in Millimetern der gusseisernen Zapfen von Wellen, welche Bewegung mittheilen und welche in der Nähe der Triebkraft befindlich sind.

Pferdekräfte.	Anzahl der Umläufe in der Minute.									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
4	138	110	96	87	81	76	72	69	67	64
6	158	126	110	100	93	87	82	79	76	74
8	174	138	121	110	102	96	91	87	84	81
10	188	149	130	118	110	103	98	94	90	87
12	199	158	138	126	117	110	104	100	96	93
14	210	167	145	133	123	116	110	105	101	97
16	219	174	152	138	129	121	115	110	106	102
18	228	181	158	143	133	126	119	113	110	106
20	236	188	164	149	139	130	124	119	114	110
25	255	202	177	161	149	140	133	127	122	118
30	271	215	188	171	158	149	142	135	130	125
35	285	226	198	179	167	157	149	142	137	132
40	298	236	207	188	174	164	156	149	143	138
45	310	246	215	195	181	170	162	155	149	144
50	321	255	223	202	188	177	168	161	154	149
55	331	263	230	209	194	182	173	166	159	154
60	341	271	237	215	200	188	178	170	164	158
65	350	278	242	221	205	193	183	175	168	162
70	359	285	249	226	210	198	188	179	173	167
75	367	291	255	231	215	202	192	184	177	171
80	375	298	260	236	219	207	196	188	180	174
85	383	304	266	242	224	211	200	192	184	178
90	390	310	271	246	228	215	204	195	188	181
95	397	316	276	250	230	219	208	199	191	185
100	405	321	281	255	236	223	212	202	194	188

Diese Dimensionen, welche sehr zweckmässig für die Kurbelwellen der Maschinen und für diejenigen sind, welche zwischen der Triebkraft und dem Schwungrade liegen, sind etwas gering für die Wellen auf der Achse der Walzwerke, welche sehr heftige Stösse erleiden müssen. — Vor Allem sind sie sehr schwach für die Hammerwellen; so würde die Welle eines Stirnhammers, welcher eine Kraft von ohngefähr 25 Pferden mit der Geschwindigkeit von 20 Umgängen in der Minute überträgt, nach der Tabelle nur Zapfen von 0,20 Metern Durchmesser haben, während man ihr solche von etwa 0,32 Meter giebt! Wir halten uns jedoch bei diesen Details nicht länger auf, indem wir schon in dem Verlaufe des Werks die Dimensionen aller Theile von den Arbeitsmaschinen, welche man bei dem Eisenhüttenwesen anwendet, angegeben haben.

Die Länge der Zapfen muss wenigstens gleich 0,25 von ihrem Durchmesser seyn. Sehr lange Zapfen lassen sich weit leichter schmieren, weil der Druck auf eine weit grössere Oberfläche vertheilt ist; in England ist dieser Druck auf 4,25 Kil. auf das Quadratcentimeter beschränkt. Es versteht sich von selbst, dass sie immer mit der grössten Sorgfalt abgedreht sind.

Der Durchmesser von dem Wellkörper, wenn er aus Guss- oder Schmiedeeisen besteht, muss wenigstens gleich der Länge des Zapfens seyn, und in vielen Fällen, wenn das Stück lang und in der Mitte mit einem grossen Gewichte belastet ist, verstärkt man es noch, entweder durch einen bedeutenden Durchmesser, oder durch der Länge nach laufende Verstärkungsrippen.

Wahl des Materials. — Hölzerne Wellen werden nur bei Wasserrädern angewendet; bei den Bewegungsmittheilungen lässt man nur guss- oder schmiedeeiserne Wellen zu.

Gusseiserne Wellen müssen stehend gegossen werden, und man muss dazu gutes graues Roheisen nehmen. Sie können in allen Lagen gebraucht werden; wenn sie aber sehr verschiedenen Belastungen unterworfen sind, so ist es besser, sie durch schmiedeeiserne zu ersetzen. Letztere sind hauptsächlich bei starken Belastungen und bei sehr starken Bewegungen (Schwungradwellen) vorzuziehen, weil im Verhältnisse zu dem geringen Durchmesser, welchen man den Zapfen geben kann, man weit weniger Kraft durch die Reibungen verliert.

Ehemals machte man nur kleine Wellen von Schmiedeeisen, allein das Schmieden von grossen und starken Stücken geschieht jetzt in sehr vielen Werkstätten ohne Schwierigkeiten und zu wenig hohen Preisen; ihr Gebrauch verbreitet sich sehr, und wir betrachten diese Thatsache als Zeichen eines wirklichen Fortschrittes im Maschinenbaue.

Befestigung der Zahnräder auf den Wellen. — Bei den gewöhnlichsten Bewegungsmittheilungen erfolgt die Befestigung der Zahnräder oder der Schwungräder auf ihren Wellen durch hölzerne Keile, welche durch andere eiserne Keile, die man in jene eintreibt, verdichtet werden, welches man so lange fortsetzt, bis die stärksten Schläge mit schweren Hämmern nichts mehr helfen. Zu dem Ende giebt man der Welle die Form eines regelmässigen Polygons von 6 oder 8 Seiten, und die Nabe des zu befestigenden Maschinentheiles zeigt eine ähnliche Figur mit einem Durchmesser, der um 0,08—0,12 Meter stärker ist, so dass etwa 0,04—0,06 Meter auf jeder Seite zu der Verkeilung bleiben. Man centrirt zuvörderst das Rad mittelst provisorischer Keile und schneidet alsdann Keile von sehr trocknem Eichen- oder Weissbuchenholze, welche man mit Sorgfalt für den Platz zurichtet, den sie einnehmen müssen. In diese hölzerne Keile treibt man alsdann schmiedeeiserne in so grosser Anzahl, als möglich, und thut dies zu beiden Seiten der Nabe, bis dass es ganz unmöglich ist, sie weiter einzutreiben.

Diese Art der Befestigung ist sehr gut, wenn sie mit Sorgfalt und Aufmerksamkeit ausgeführt wird, so dass das Rad während des Festkeilens selbst nicht aus seiner gehörigen Lage kommt; allein bei den sorgfältiger ausgeführten Maschinen wendet man eine weit sicherere und genauere Methode an.

Man dreht den Theil der Welle, welchen das Rad aufnehmen soll, ab und bohrt die Nabe des letztern mit einem Durchmesser aus, der dem der Welle vollkommen gleich ist, so dass beide nur schwierig ineinander gehen. Sie werden alsdann durch einen stählernen Schlüssel oder Schlüsselkeil von rechteckigem Querschnitte, der in eine Nuth von derselben Form, in den sogenannten Schlüsselweg, tritt, befestigt; diese Nuth ist zur Hälfte in der Welle und zur Hälfte in der Nabe angebracht. Wenn der Schlüsselweg in beiden Stücken vorgerichtet ist, so hängt man das Rad auf der Welle auf und treibt alsdann in die Nuth einen stählernen Durchschlag mit scharfen Kanten, welcher ganz genau den Querschnitt des Schlüssels hat, welcher ebenfalls mit Sorgfalt angefertigt worden ist. Mittelst dieses Durchschlages, den man mit einem schweren Hammer eintreibt, giebt man der Nuth den Querschnitt, welchen sie haben muss, und treibt alsdann den Schlüsselkeil hinein. — Zuweilen treibt man zwei oder drei Schlüssel ein, allein bei einem guten Ausbohren erhält man mit einem einzigen Schlüs-

sel, von 5 bis 8 Centimeter Breite und 3 bis 8 Centimeter Dicke, einen sehr festen Schluss. Wir brauchen ohne Zweifel nicht hinzuzufügen, das die Stärke des Schlüssels im Verhältnisse zu dem Welldurchmesser stehen muss, und dass man für kleine Stücke weit stärkere Dimensionen annimmt, als die angegebenen.

Von den Zapfenlagern. — Zapfenlager nennt man die Stützen, in denen sich die Wellzapfen bewegen. Wenn diese letztern senkrecht oder sehr geneigt stehen, so heisst das untere Lager die Pfanne oder Spurplatte.

Man unterscheidet bei einem Zapfenlager drei Haupttheile: das eigentliche Lager, die Pfanne oder das Futter und den Deckel.

Das Lager besteht gewöhnlich aus Gusseisen und ruht unmittelbar, entweder auf dem Fundamente oder auf den gusseisernen Platten, welche dasselbe bedecken. In dem erstern Falle wird das Lager durch Bolzen festgehalten, deren Muttern auf den Schwell auftreten. Bei der zweiten Einrichtung, die uns vorzüglicher erscheint. ist der Schwell des Lagers zwischen Vorsprüngen an der Grundplatte festgekeilt und wird durch Bolzen festgehalten, die ihn mit dieser Platte verbinden. Man kann auf diese Weise die Stellung des Lagers zwischen den Vorsprüngen verändern, und diese Vorsichtsmaassregel ist oft unerlässlich.

Die Pfanne oder das Futter besteht aus zwei Theilen: der untere Theil ist auf dem Lager befestigt, oder ruht auf einem gusseisernen Sattel, der in dieses Stück eingelassen ist, jedoch so, dass er rechts, links und unten gekeilt werden kann, je nachdem es die Bedürfnisse der Lager erfordern. Die obere Pfanne ist in den Deckel eingelassen. Taf. 78 zeigt verschiedene Einrichtungen dieser Art.

Den Pfannen giebt man gewöhnlich eine sechsseitige oder eine kreisförmige Gestalt; in dem letztern Falle werden sie gewöhnlich ausserhalb abgedreht, und das Zapfenlager ist zu ihrer Aufnahme ausgedreht, und unten lässt man ihnen Vorsprung, damit sie sich nicht drehen können; diese Einrichtung ist die leichteste. Man giebt ihnen auch zuweilen die quadratische Gestalt und eine zweckmässige Höhlung, um ihr Gewicht zu vermindern. Sie werden in der Richtung ihrer Achse entweder durch Ränder zu beiden Seiten des Zapfenlagers oder durch kleine Vorsprünge festgehalten, welche in das Gusseisen eintreten.

Die besten Pfannen bestehen aus Bronze, d. h. aus einem Gemisch von Kupfer und Zinn; jedoch setzt man gewöhnlich auch etwas Zink hinzu, um die Legirung leichtflüssiger zu machen. Man macht aber auch die Pfannen aus Gusseisen, und die Drehung des Gusseisens auf sich selbst giebt selbst eine sehr sanfte Reibung; allein die Pfanne muss aus etwas weicherem Gusseisen gegossen seyn, als die Welle, weil sich sonst die Zapfen zu schnell abnutzen würden.

Bei den Zapfenlagern, deren Wellen durch sehr schwere Stücke oder durch die Wirkung der Zahnräder gestützt sind, ist der Deckel unnütz und man lässt ihn desshalb oft weg; im entgegengesetzten Falle, wenn die Welle sich stets zu heben sucht, muss man den Deckel sehr stark machen. — Der Deckel muss stets mit einer Oeffnung zur Einführung des Oels oder der Schmiere zur Befeuchtung der Zapfen versehen seyn. Wendet man eine feste Schmiere an, wie Talg, so macht man die Oeffnung weit und giebt selbst der obern Pfanne eine Höhlung, damit Talgstücken unmittelbar auf den Zapfen liegen. Wenn sich die Pfannen erhitzen, so richtet man einen Strahl von kaltem Wasser auf diesen Punct, welches die reibenden Oberflächen fortwährend abkühlt und verhindert, dass sie nicht angegriffen werden.

Der Deckel ist mit dem Lager durch zwei oder vier Schraubenbolzen verbunden, jenachdem die Pfanne kürzer oder länger ist. Im Allgemeinen ist es besser, nur zwei sehr starke Bolzen anzuwenden, weil alsdann das Zapfenlager weniger geschwächt wird. — Die Muttern dieser Bolzen ziehen sich während des Betriebes sehr leicht los; man muss dies dadurch zu verhindern suchen, indem man die Muttern zu zweien durch einen doppelten Schlüssel, oder durch ein Stück Eisen verbindet, welches mit kleinen Schrauben versehen ist, die auf die Seite der Mutter drücken und ihre Bewegung verhindern.

Die Zapfenlager haben aber nicht allein den senkrecht wirkenden Kräften durch die Festigkeit ihrer Basis oder ihres Deckels zu widerstehen, sie sind auch Stössen und Erschütterungen unterworfen, welche auf die Seitenflächen einwirken. Es müssen daher dieselben sehr fest, und sie müssen durch Rippen verstärkt seyn, welche den Körper des Lagers mit dem Schwell verbinden. Wenn man zur Unterlage der Pfanne einen Sattel anwendet, so wird dadurch das Lager zuweilen geschwächt, indem bei dieser Einrichtung Aushöhlungen nicht zu vermeiden sind, weshalb dazu sehr breite Zapfenlager erforderlich sind.

Die Bearbeitung der Zapfenlager ist gewöhnlich sehr kostbar, besonders wenn sie auf Sohlplatten aufruhen, weil man alsdann unter der Schwelle sehr genau abgerichtete Trachten lassen muss, welche auf die der Sohlplatte genau passen. Die Abrichtung der bronzenen Pfannen erfordert grosse Sorgfalt und muss dem Ausdrehen oder Ausbohren stets vorangehen, welches erst zuletzt geschieht. Wenn man es kann, so bringt man das Zapfenlager selbst auf die Scheibe der Drehbank und bohrt die Pfanne in der Lage aus, welche sie alsdann beibehält. — Diese Vorsichtsmaassregeln sind hauptsächlich bei den Zapfenlagern ohne Sättel sehr wesentlich, indem dieselben aller Mittel beraubt sind, wodurch man die Lager reguliren und die Mängel der Stücke, oder der unrichtigen Zusammensetzung verbessern kann.

Die Form der Lager ist nach der Stellung, die sie einnehmen sollen und nach ihren Befestigungspuncten sehr verschieden. Wir glauben nicht nöthig zu haben, in diese Einzelnheiten einzugehen, welche jedem Maschinenbauer bekannt seyn müssen, und von denen wir übrigens mehrere Anwendungen im Verlaufe dieses Werks mitgetheilt haben. Der einzige Punct, bei dem wir uns aufhalten, ist die Festigkeit der Zapfenlager; man darf nichts vernachlässigen, um ihnen eine bedeutende Widerstandsfähigkeit zu geben und um sie in der Stellung, welche sie einnehmen, fest und unerschütterlich zu machen. Es ist dies der erste Grundsatz einer guten Bewegungsmittheilung.

Von den Fusslagern. — Die Fusslager sind die untern Stützen der senkrechten Wellen; sie bestehen im Allgemeinen: 1) aus einem gusseisernen Schwell, der mit dem hohlen Cylinder aus einem Stücke gegossen ist, welcher den Zapfen der Welle aufnimmt; 2) aus einer Linse oder Spurplatte von gehärtetem Stahle am Boden dieses Cylinders, auf dem der Zapfen unmittelbar steht; 3) aus einem Ringe oder einer Pfanne von Bronze, welcher auf die Ränder der Linse tritt und die Seitenflächen des Zapfens umgiebt.

Diese Einrichtung, welche die gewöhnlichste ist, erfordert nach den Bedürfnissen verschiedene Abänderungsn, welche darin bestehen, entweder um die Linse und die sie tragende Achse heben, oder um die Pfannen anziehen zu können, wenn sie abgenutzt sind. Hauptsächlich sind es die Fusslager für die Turbinenwellen, welche man

zu vervollkommnen gesucht hat, weil sie unter ganz eigenthümlichen Umständen wirken, welche ihre Reparatur sehr schwierig machen.

Von den Reibungen. — Sowie wir schon bei den Schwungrädern bemerkt haben, absorbirt die Reibung der Zapfen in ihren Lagern viel Kraft; man muss sie daher soviel, als möglich, zu vermindern suchen, indem man eine zweckmässige Auswahl von Substanzen trifft, die man miteinander in Berührung bringt, und indem man stets ihre Drehung durch ein zweckmässiges Schmieren erleichtert.

Die nachstehende, von Hrn. Morin aufgestellte Tabelle giebt das Verhältniss der Reibung zum Drucke in den allgemeinsten Fällen.

Tabelle über die Reibung der sich in ihren Pfannen bewegenden Zapfen.

In Berührung stehende Oberflächen.	Beschaffenheit der Ueberzüge.	Verhältniss der Reibung zum Drucke, wenn der Ueberzug erneuert wird.	
		Auf die gewöhnliche Weise.	Ununterbrochen.
Gusseisen auf Gusseisen.	Olivenöl, Schweineschmalz, Talg oder Wagenschmiere	0,07 bis 0,08	0,054
	Derselbe Ueberzug und Wasser	0,08	„
	Asphalt	0,054	„
	Fettige Oberflächen	0,14	„
	Fettige und feuchte Oberflächen	0,14	„
Gusseisen auf Bronze.	Oel, Schmalz, Talg oder weiche Wagenschmiere	0,07 bis 0,08	0,054
	Fette und feuchte Oberflächen	0,16	„
	Sehr wenig fettige Oberflächen	0,19	„
Gusseisen auf Guayacholz.	Ohne Ueberzug	0,18	„
	Ueberzug von Oel oder von Schmalz	„	0,09
	Fettige Ueberzüge von Oel oder Schmalz	0,10	„
	Schmalz und Graphit	0,14	„
Schmiede- auf Gusseisen.	Oel, Talg, Schmalz oder weiche Wagenschmiere	0,07 bis 0,08	0,054
Schmiedeeisen auf Bronze.	Oel, Schmalz oder Talg	0,07 bis 0,08	0,054
	Feste Wagenschmiere	0,09	„
	Fettige und feuchte Oberflächen	0,19	„
	Sehr wenig fettige Oberflächen	0,25	„
Schmiedeeisen auf Guayacholz.	Oel oder Schmalz	0,11	„
	Fettige Oberflächen	0,19	„
Bronze auf Bronze.	Oel	0,10	„
	Schmalz	0,09	„
Bronze auf Gusseisen.	Oel oder Talg	„	0,045 bis 0,052
Guayacholz auf Gusseisen.	Schmalz	0,12	„
	Fettige Oberflächen	0,15	„
Guayacholz auf Guayacholz.	Schmalz	„	0,07

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass das Verhältniss der Reibung zum Drucke in gewissen Fällen sehr bedeutend werden kann; das Schmieren der Zapfen ist demnach eine sehr wichtige Sache. Talg ist diejenige Substanz, welche am Gewöhnlichsten zu den starken Zapfen angewendet wird; für die kleineren Stücke wendet man Olivenöl oder besser noch Klauenfett an.

Man berechnet die durch die Reibung eines Zapfens absorbirte Kraft durch die Formel:

$$T = \frac{2 \pi R N}{60} \times K P = 0{,}1047\ R N K P. \quad (20)$$

in welcher:

T, Kilogrammmeter ausdrückt;
R, den Halbmesser des Zapfens in Metern;
N, die Anzahl der Umgänge in der Minute;
K, das Verhältniss der Reibung zum Drucke;
P, den Druck in Kilogrammen.

Von den Sohlplatten. — Die Sohlplatten sind gusseiserne Schwellen zur Aufnahme der Stützpuncte verschiedener Maschinentheile, oder einer Bewegungsmittheilung. Ihr erster Zweck ist der, die Elemente, aus denen die Fundamente bestehen, untereinander zu verbinden und zu befestigen; vor Allem nützen sie aber dazu, die relativen Stellungen der Maschinentheile, durch welche die Triebkraft erzeugt und fortgepflanzt wird, auf eine unveränderliche Weise zu befestigen.

Wenn auf diese Weise die Wirkungspuncte der Kraft und des Widerstandes durch eine steife, unbiegsame und nicht ausdehnbare Basis verbunden sind, so werden alle Reactionen des Systems durch seinen Widerstand geschwächt; die Stösse und die Erschütterungen werden bedeutend vermindert und pflanzen sich mit geringerer Kraft in den Fundamenten fort, deren Dauer man auf diese Weise sichert.

Bei einer Dampfmaschine, z. B., muss man immer den Cylinder und die Zapfenlager der Kurbelwelle auf ein und dieselbe Platte zu stellen suchen, oder auf ein System von Platten, welche eine vollkommen gleichartiges Ganzes bilden. Ein solches Verfahren gewährt nicht allein eine Erleichterung bei der Aufstellung, die man alsdann mit der grössten Genauigkeit ausführen kann, sondern sie sichert auch den regelmässigen Gang und die Erhaltung aller Theile der Maschine. Ebenso muss auch das Kurbelwellenzapfenlager mit allen übrigen verbunden seyn und sofort bis zu dem Puncte, wo der zu überwindende Widerstand, oder die auszuführende Arbeit vorhanden sind.

Bei der Anwendung der Wasserräder verfährt man auf dieselbe Weise: das Zapfenlager für die Radwelle, welches der Stützpunct der Kraft ist, muss mit allen übrigen auf einer gemeinschaftlichen Sohlplatte verbunden werden. Da die Achsenentfernungen auf diese Weise vollkommen erhalten werden, so wirken die Zahnräder stets in den ursprünglichen Bedingungen ihrer Aufstellung.

Die Anwendung von Sohlplatten ist nicht weniger zweckmässig bei den Hämmern. Um die relativen Stellungen der Achse von dem Daumenringe und von der der Hämmer beizubehalten, müssen ihre Lager durchaus auf einer und derselben Platte befestigt seyn; zwischen diesen beiden Achsen erfolgt die ganze Arbeit, und ihre Entfernung muss daher genau beibehalten werden. Wir führen noch die Walzwerke als Beispiel an, bei denen es fast unmöglich ist, das Niveau der Achsen ohne Anwendung grosser Sohlplatten zu erhalten, auf denen die Gerüste aufstehen.

Angewandte Einrichtungen. — Die Sohlplatten sind oft viel zu gross, um aus einem einzigen Stücke gegossen zu werden; in diesem Falle vereinigt man sie durch Schraubenbolzen, welche die Festigkeit der verschiedenen Stücke sichern.

Ihre Stärke ist mit dem Grade des Widerstandes, den sie haben müssen, verschieden und beträgt 4, 8 bis 12 Centimeter; zuweilen verstärkt man sie durch Rippen.

Bei den Bewegungsmittheilungen in den Eisenhütten sind die Platten 6 bis 10 Centimeter stark und 30 bis 40 Centimeter breit; sie sind mit den Fundamenten mit 5 bis 6 Centimeter starken Bolzen verbunden, die so nahe, als möglich, bei den Zapfenlagern angebracht sind; letztere stehen auf gehörig abgerichteten Tragpuncten und sind zwischen zwei Vorsprüngen mittelst Keilen und mittelst 4 Bolzen befestigt,

welche durch die Sohlplatte und durch die erste Schicht des Fundaments, oder durch die Kappe des Schwellwerks gehen. Alle diese Bolzen werden unten durch Schliesskeile mit Vorsprüngen zurückgehalten, so dass sie nicht aus den Zapfenlöchern gehen können, und welche durch gusseiserne Scheiben treten, durch welche die Bolzen gehen.

Oft sind die Zapfenlager mit den Sohlschwellen aus einem Stücke gegossen; diese Einrichtung, welche die festeste und billigste ist, erschwert die Regulirung der Achsenentfernungen etwas.

Von den Fundamenten. — Die Fundamente der Maschinen werden aus Stein oder aus Holz angefertigt, je nachdem man ihnen ein grosses Gewicht oder eine gewisse Elasticität geben will.

Die Fundamente der Dampfmaschinen, besonders derer mit Balancier, sind gewöhnlich massiv, da man ein sehr bedeutendes Gewicht unter dem Kurbelwellenzapfenlager und unter dem Cylinder haben muss, indem sich dieselben zu heben suchen. Wenn man, wie bei den schwingenden und horizontalen Maschinen, den Cylinder mit dem Kurbelwellenzapfenlager durch eine Sohlplatte verbinden kann, so kann die Maschine sehr gut auf ein Schwellwerk gestellt werden.

Die Bewegungsmittheilungen werden gewöhnlich auf einen hölzernen Unterbau, auf ein sogenanntes Sohlwerk *(beffrois)* gestellt. Diese Art und Weise der Construction ist bequem, wohlfeil und zeigt eine gewisse Elasticität, welche die Starrheit der Rückwirkungen vermindert und die Erhaltung der Maschinentheile begünstigt. — Bei den Walzwerken zieht man aus demselben Grunde die Sohlwerke den massiven Fundamenten vor; — bei den Hämmern ist es gut, Holz und Stein miteinander zu verbinden, weil man zu gleicher Zeit Gewicht und Elasticität nöthig hat.

Massive Fundamente. — Die besten Fundamente dieser Art werden aus Quadersteinen angefertigt und auf ein Mörtelbett gesetzt; die Steine werden, ehe sie gesetzt werden, mit den Löchern zur Aufnahme der Bolzen durchbohrt, und wenn man das Gemäuer vollkommen gleichartig machen will, so verbindet man die Steine durch eiserne Klammern miteinander, welche in dieselben eingelassen werden. Wenn die letzte Steinschicht gelegt worden ist, so bearbeitet man eine vollkommene Ebene darauf, legt die Sohlplatten auf eine kleine Cementschicht auf die Steine und bringt die grossen Bolzen an ihren Platz.

Zuweilen kann man Bruchsteine oder Ziegelsteine im Innern des Mauerwerks anwenden, muss aber alsdann die entgegengesetzten Aussenseiten durch horizontale Anker, welche durch das Mauerwerk gehen, miteinander verbinden. Nachtheilig ist es dagegen, diese kleinen Steine auf der Aussenseite anzubringen, weil sie sich dort durch den Einfluss der Erschütterungen der Maschine leicht ablösen. Wenn die Seltenheit der behauenen Steine kein anderes Verfahren gestattet, so muss man das Mauerwerk auf gusseiserne Platten setzen und die Anker vermehren, um dem Ganzen Festigkeit zu geben.

Von den Sohlwerken. — Die Sohlwerke bestehen aus zwei unter der Hüttensohle aufgeführten parallelen und senkrechten Holzwänden von starkem Eichenholze. Jede Wand besteht aus einem Langschwell, auf denen Stiele eingezapft sind und auf letztern wiederum Rahmen oder Holme. Zwischen den Stielen sind die Wände mit Kreuzbändern verstrebt.

Die Längschwellen liegen auf Querschwellen, welche unmittelbar auf einem Mörtelbette ruhen. Zwischen den Holmen liegen Spannriegel, und sind durch Ueberblattung miteinander verbunden.

Das Sohlwerk muss aus vollkommen trockenem und gesundem Eichenholze angefertigt werden, dessen Dauer noch durch eine der jetzt gebräuchlichen Zubereitungen (Quecksilbersublimat, Kupfersalz etc.) gesichert werden kann. Die Holme sind 0,36 bis 0,40 im Quadrat stark, und ihre obere Seite muss sehr genau bearbeitet seyn. Die Stiele, sowie die Schwellen sind 0,30 im Quadrat stark; die Kreuzbänder 0,25 Meter. Die letztern stossen zu zweien an den Stielen aneinander und tragen einen Theil des Drucks, während sie andererseits auch die Hebung des Sohlwerks verhindern.

Auf die Holme werden die Sohlplatten gelegt und durch Bolzen, die unten mit Splithen und oben mit Muttern versehen sind, mit dem ganzen Sohlwerke verbunden.

Die Sohlwerke müssen stets von einer Mauer von Bruch- oder Ziegelsteinen umgeben seyn, und man giebt derselben eine Stärke von 0,60 bis 0,80 Metern. Oft füllt man auch noch den Raum im Innern des Sohlwerks mit Mauerwerk aus, um dem Ganzen mehr Gewicht zu geben; allein das Mauerwerk könnte durch die Erschütterungen zerstört werden, es könnten Steine zwischen die Zahnräder fallen, während sie im Betriebe sind, und es könnten daraus nachtheilige Folgen entstehen. Es muss daher in diesem Falle das Innere der Wände von dem Sohlwerke mit 4 bis 5 Centimeter starken Bretern bekleidet werden.

Die Höhe des Sohlwerks wird durch die Dimensionen der Theile der Bewegungsmittheilung bestimmt; zwischen den Querschwellen und dem Kranze der Stirnräder muss Spielraum genug bleiben, damit der Fall irgend eines Körpers keinen Zufall herbeiführen könne.

Die Entfernung der beiden Wände voneinander wird ebenfalls durch die Breite des Räderwerks bestimmt; allein es darf diese Breite nicht weniger als 0,50 bis 0,60 Meter betragen, weil die Arbeiter wegen Reparaturen in diese Gräben hineingelangen müssen.

Das umgebende Mauerwerk muss hinlänglich gut und dicht seyn, damit kein Wasser hindurchdringen könne, oder man muss, wenn man sicherer gehen will, die Sohle des Mauerwerks höher legen, als das Niveau des umgebenden Wassers ist, wenn solches überhaupt vorkommt. Das von der Abkühlung der Walzen und der Zapfen herrührende Wasser muss stets durch zweckmässig angebrachte Canäle abgeleitet werden können.

Von den gusseisernen Sohlwerken. — Die Dauer der hölzernen Sohlwerke ist sehr beschränkt und übersteigt selten 12 bis 15 Jahre, weshalb man sie da, wo das Gusseisen wohlfeil ist, aus diesem Materiale construirt.

Die Construction ist übrigens der der hölzernen Sohlwerke gänzlich ähnlich: Holme von 0,08 bis 0,10 Metern Stärke, welche durch Rippen verstärkt sind, Schwellen von 0,05 bis 0,06 Metern Dicke, die auf einem Bette von behauenen Steinen liegen oder ruhen; Stiele und Kreuzbänder, welche mit Holmen und Schwellen durch Schraubenbolzen verbunden sind, bilden die Wände. — Die Zapfenlager werden mit dem Holme wie mit einer gewöhnlichen Sohlplatte verbunden, oder stehen in einer Art von Rahmen, dessen Sohle aus Holz besteht. — Da diese Constructionen den Mangel haben,

zu stark zu seyn, so ist es unerlässlich, zwischen dem Zapfenlager und der Platte, auf welcher es befestigt ist, einen etwas elastischen Körper zu legen.

Bei der Anlage gusseiserner Sohlwerke muss man davon ausgehen, die Reparaturen so selten, als möglich, zu machen. Die darauf angebrachten Bewegungsmittheilungen müssen sehr stark und sehr gut gearbeitet seyn; da sich nichts in dem Systeme biegt, so sind die Reactionen sehr stark, die Abnutzungen sehr bedeutend und man kann daher Brüche nur durch eine sehr gute Bearbeitung und Aufstellung aller Theile vermeiden.

Wir sind der Meinung, dass hölzerne Sohlwerke, welche durch gusseiserne Sohlplatten gehörig steif gemacht worden sind, unter allen Systemen die Erhaltung der Maschinen am Meisten sichern; sie bilden ein Mittel zwischen der zu grossen Biegsamkeit der bloss hölzernen und der ausserordentlichen Starrheit der gänzlich gusseisernen Sohlwerke.

Allgemeine Einrichtungen und Aufstellung der Bewegungsmittheilungen.

Allgemeine Grundsätze. — Die Bedingungen, unter denen die Bewegungsmittheilungen construirt werden, sind so zahlreich, so verschiedenartig, so verschieden nach dem Zwecke, dem sie entsprechen müssen, sowie auch nach den Mitteln zu ihrer Ausführung, über welche man gebietet, dass es fast unmöglich ist, davon eine genaue Beschreibung zu geben, ohne in eine Auseinandersetzung der Fälle einzugehen, die am Gewöhnlichsten in der Praxis vorkommen; — dies ist es, was wir jetzt thun wollen.

Theilung der Motoren. — In den meisten grossen Eisenhütten hat man principmässig einen oder mehrere sehr mächtige Motoren angelegt, von denen jeder eine grosse Anzahl von Apparaten gleichzeitig oder abwechselnd betreibt. Man ist hauptsächlich zu dieser Methode geführt worden: 1) durch Ersparung an Anlage- und Unterhaltungskosten für die Motoren; 2) durch das Bestreben, die Arbeitsmaschinen in einem möglichst beschränkten Raume zu vereinigen. Jedoch erfolgen daraus zusammengesetzte, kostbare und kostbar zu unterhaltende Bewegungsmittheilungen, und es geht daraus auch noch ein anderer Nachtheil hervor, nämlich der, dass der geringste Unfall an der Bewegungsmaschine gleichzeitig auch alle zum Stillstande bringt.

Diese letztern Rücksichten sind daher ein sehr bedeutender Einwand gegen dieses System, und in sehr vielen Hütten hat man daher das entgegengesetzte Princip, nämlich das der Theilung der Motoren, angewendet.

Wir glauben, dass man jetzt auf diesem Wege fortgehen muss, und indem man das Princip der Maschinen ohne Balancier und mit grosser Geschwindigkeit anwendet, von dem wir schon weiter oben bei den Dampfmaschinen redeten, wird man die Vortheile des ersten Systems verwirklichen und die Nachtheile desselben vermeiden. — Die getheilten Motoren kosten nicht mehr, als die einzige Maschine und kosten in gewissen Fällen selbst weniger; die Bewegungsmittheilungen werden einfacher und minder kostbar seyn; der Raum wird mehr gespart werden, die Stellung der Apparate wird der Beschaffenheit der Arbeit angemessener und die Aufenthalte, wenn es deren giebt, werden wenigstens nur partiell seyn.

Dies sind mit wenigen Worten die Vortheile, welche die Theilung der Motoren gewährt, und sie sind zu einleuchtend, als dass wir noch bei diesem Puncte stehen zu bleiben brauchten.

Das Princip der Theilung der Motoren lässt sich in den Hütten auch auf die Wasserräder anwenden, jedoch nicht mit denselben Vortheilen, denn die Anlagekosten sind in diesem Falle weit bedeutender. Die Anzahl der Räder, welche mit Nutzen bei einem gegebenen Gefälle angebracht werden können, ist sehr beschränkt; sehr oft giebt es selbst nur eins, und in diesem Falle ist es unmöglich, die Einrichtung der Motoren nach der Beschaffenheit der auszuführenden Arbeit zu verändern, wie dies bei den Dampfmaschinen der Fall ist. — Uebrigens sind die Wasserräder im Allgemeinen Motoren von geringer Geschwindigkeit, und sie erfordern stets die Anwendung vielen Räderwerks; eine Vermehrung der Räder ist eine Vermehrung der Ausgabe, der Anzahl der Zahnräder, der Unterhaltungskosten und der Unfälle, zu denen sie Veranlassung geben können.

Die Theilung der hydraulischen Motoren hat daher, wie man sieht, zahlreiche Nachtheile, und wir glauben daher, dass in den meisten Fällen, besonders bei bedeutenden Gefällen, man es immer vortheilhaft finden wird, grosse Räder anzulegen, die mehrere Arbeitsmaschinen zu betreiben haben.

Vertheilung der Arbeitsmaschinen. — Die hauptsächlichsten Apparate oder Arbeitsmaschinen in den Eisenhütten sind: Gebläse, Hämmer, Walzwerke und Scheeren.

Die Gebläse müssen stets besondere Motoren haben; es würde unmöglich seyn, sie mit andern Maschinen zu kuppeln, ohne davon die grössten Nachtheile zu haben.

Die Hämmer sind sehr häufig an dieselben Motoren gelegt, als die Walzwerke; jedoch giebt es auch viele Hütten, in denen man sie absondert, und wir billigen diese Einrichtung ganz und gar, sey es nun für die Dampfmaschine oder für Wasserräder. — Das Schwungrad muss auf die Daumenringwelle gelegt werden, und wenn es nicht direct von der Triebkraft bewegt wird, so reichen ein Rad und ein Getriebe hin, um die Geschwindigkeitsveränderung zu veranlassen.

Theilung der Walzgerüste. — Wenn ein Moter nur ein einziges Walzwerk betreibt, welches 60 bis 70 Umgänge in der Minute macht, so wird das Schwungrad auf seine Achse gelegt. Die Bewegung wird durch ein Rad und durch ein Getriebe mitgetheilt, wenigstens wenn die relativen Geschwindigkeiten des Motoren und der Walzen nicht sehr verschieden sind. In diesem Falle ist eine mittlere Welle erforderlich, die mit einem Getriebe versehen ist, welches von dem Zahnrade des Motoren bewegt wird, sowie auch ein Rad, welches das Getriebe neben dem Schwungrade bewegt.

Ein Walzwerk, welches 60 Umgänge in der Minute macht, kann durch eine Dampfmaschine von grosser Geschwindigkeit unmittelbar bewegt werden; macht es weniger Umgänge, so muss zwischen der Trieb- und Walzenwelle eine andere liegen, welche wenigstens 100 Umgänge macht und mit dem Schwungrade versehen ist. In diesem Falle würde man nur 2 Stirnräder und 2 Getriebe nöthig haben.

Die grösste Geschwindigkeitsdifferenz, welche man zwischen zwei aufeinander folgenden Wellen annehmen kann, übersteigt gewöhnlich das Verhältniss von 1 zu 6 oder zu 7 nicht, indem das Getriebe zu klein im Verhältniss zu dem Rade seyn würde. Man muss demnach in einigen sehr seltenen Fällen zwei mittlere Wellen zwischen den Motoren und dem Walzwerke haben, wenn die Geschwindigkeiten sehr verschieden sind. Die Bewegungsmittheilung besteht alsdann aus 6 Rädern oder Getrieben und aus einem Schwungrade, welches man auf die Welle legt, die den Walzgerüsten am

Nächsten liegt, oder auch auf die Walzwerkswelle selbst, wenn es geschwind genug geht.

Jedesmal, wenn man auf diese Weise mehrere Zahnräder anwendet, muss man dieselben Modelle zu nehmen suchen; es ist dies eine Ersparung bei den Anlage- und Reparaturkosten.

Vereinigte Walzgerüste. — Wenn ein Motor mehrere Walzgerüste betreibt, so gelangt man zu der Geschwindigkeit des am Schnellsten gehenden Walzwerks, wie wir es angegeben haben. Man hängt das Schwungrad darauf, und man nimmt die Bewegung dieser Centralachse, um sie den andern Gerüsten durch Räder mit sehr starken Zähnen mitzutheilen, weil sie nicht gegen die Stösse geschützt sind.

Die Hämmer werden zuweilen auf dieselbe Weise und nach dem Schwungrade angebracht, besonders nach hydraulischen Motoren; man bringt alsdann kein Schwungrad auf seiner Welle an. — Bei Dampfmaschinen bringt man den Hammer oft an der Kurbelwelle selbst und vor dem Schwungrade an. Diese Einrichtung ist freilich einfach, allein es wird dabei die Maschine geopfert, weil sie unmittelbar die Stösse des Hammers erhält; das vorhergehende System scheint uns noch zweckmässiger zu seyn.

Es ist oft sehr schwierig, alle Walzgerüste nach dem Schwungrade anzubringen, wie wir es gesagt haben. In diesem Falle legt man diejenigen, welche die geringsten Stösse veranlassen, entweder auf eine Welle zwischen der der Triebkraft und der des Schwungrades, oder auf Wellen, die auf der andern Seite der Triebwelle liegen, und denen gegenüber, welche das Schwungrad bewegen. Dies ist auch zuweilen die Lage der Hämmer.

Unter ähnlichen Umständen bringt man auch oft die Walzwerke zu beiden Seiten eines Wasserrades an, auf die eine Seite das Schwungrad und die stärksten Gerüste, auf die andere Seite die leichteren Gerüste und oft auch einen Hammer.

Alle diese Einrichtungen geben zu verwickelten Bewegungsmittheilungen Veranlassung, bei denen weder die Motoren, noch die Zahnräder wirksam gegen die Stösse geschützt sind, die man soviel, wie möglich, vermeiden muss.

Doppelte Motoren. — In einigen Hütten, die an unregelmässigen Gefällen liegen, können die Walzwerke abwechselnd durch Wasserräder, oder durch Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt werden. Diese Einrichtung ist dem Principe nach sehr gut, weil sie jede Unterbrechung des Betriebes vermeidet, allein sie ist kostbar und veranlasst fast immer Bewegungsmittheilungen mit Räderwerk.

Im Allgemeinen bringt man soviel, als möglich, die Walzgerüste zwischen beiden Motoren an, und setzt ein Getriebegerüst an jedes Ende; allein da man selten eine neue Hüttenanlage auf diese Basen begründet, und weil meistentheils die Dampfmaschinen erst dann angelegt werden, wenn die Unzulänglichkeit der Wasserkraft hinlänglich dargethan worden ist, so muss man sich nach örtlichen Umständen und nach den schon vorhandenen Apparaten richten. Die Taf. 87, welche das Ganze der Hütte zu Abainville darstellt, kann einen Begriff von einer grossen Construction geben.

In den meisten Hütten erhalten auch die Nebenapparate, wie Scheeren, Schienensägen, Pumpen, Drehbänke etc. ihre Bewegung von dem Hauptmotor. Wir glauben jedoch, dass es in einer grossen Hüttenanlage vortheilhaft seyn würde, eine oder zwei kleine besondere Maschinen zu haben, welche nur zum Dienste der Scheeren, der Pumpen und zur Speisung der Kessel benutzt werden. Bei solcher Einrichtung ist es nicht erforderlich, die grosse Maschine ununterbrochen zu betreiben; man

kann sie bei'm Schweissen oder Wärmen aufhalten, ohne dadurch den Betrieb der erwähnten Nebenapparate zu unterbrechen; man kann die grosse Maschine alsdann schmieren, oder auch kleine Reparaturen daran vornehmen. Man erreicht dadurch eine Dampf- und folglich auch eine Brennmaterialersparung.

Wiederholung. — Nach den Betrachtungen, welche wir über die Anlage der Bewegungsmittheilungen in den allgemeinsten Fällen geltend gemacht haben, glauben wir nicht in Details über die besondern Einrichtungen einzugehen nöthig zu haben, von denen in der Beschreibung der Tafeln 78 und 79 die Rede seyn wird; allein es ist nicht unzweckmässig, eine Uebersicht der Grundsätze mitzutheilen, welche wir aufgestellt haben.

Bei der Anwendung von Dampfkraft muss man denjenigen Maschinen den Vorzug geben, deren Geschwindigkeit die Anzahl und die Wichtigkeit der Bewegungsmittheilungen vermindert.

Das Schwungrad muss man der Arbeit soviel, als möglich, nähern, um den Motor und die Mittheilungen zu schützen.

Die Sohlwerke müssen als Gerüste wirken, bei denen der Effect und die Reaction der tragenden und hebenden Kräfte, welche auf die Zapfenlager wirken, sich das Gleichgewicht halten und gegenseitig aufheben.

Man muss die Anwendung des Räderwerks mit hölzernen Zähnen vermeiden: bei Dampfmaschinen wegen der ungleichen Leistung, bei Wasserrädern, weil sie von der Feuchtigkeit angegriffen werden. Die aus Segmenten bestehenden Räder verdienen den Vorzug vor denen, deren Kranz aus einem oder aus zwei Stücken besteht, weil die Reparatur derselben leichter und minder kostbar ist. — Bei den grossen Rädern muss man die Kränze mit Wangen oder mit doppelten Zähnen vermeiden, indem deren Theilung fast immer mangelhaft ist.

Die hölzernen Verbindungswellen sind zu verwerfen; die eisernen sind den gusseisernen vorzuziehen, hauptsächlich für die Schwungräder.

Aufstellung der Bewegungsmittheilung. — Das Aufstellen der Maschinen hat nie grosse Schwierigkeiten, selbst für Leute, die keine rechte Uebung in dieser Arbeit haben, wenn die Fundamente gut ausgeführt und die Stücke gut bearbeitet worden sind; auf diese beiden Puncte muss man daher zuvörderst seine ganze Aufmerksamkeit richten. Der allgemeine Grundriss der Fundamente muss alle Puncte angeben, mit denen die Maschinen mit der Sohle verbunden sind, als Zapfenlager, Säulen, Supports, Bolzen etc.; alle diese Puncte sind im Verhältniss zu einer oder mehrern, sowohl der Länge, als der Quere noch gehenden Hauptachsen mit Maassen bezeichnet.

Ehe man die Fundamente beginnt, werden diese Hauptachsen auf dem Terrain notirt und durch unveränderliche Zeichen bestimmt. Man zieht die Grenzen der auszuführenden Sohlgasse oder der Gerüstgrube und bringt sie so tief nieder, als durch ein vorläufiges Nivellement bestimmt worden ist. Die Lage der Wellen wird auf die Sohle des Grabens mittelst Schnuren und Bleilothen bestimmt, und auf dieselbe Weise bestimmt man auch die genaue Lage des Mauerwerks, welches man nun auszuführen beginnt. Diese Operation wiederholt sich auch nach dem Abgleichen der ersten Lage, und man bestimmt alsdann mit der grössten Genauigkeit die Lage der hohlen Räume und die Löcher für die Bolzen.

Nachdem das Mauerwerk vollendet und das Sohlwerk gerichtet worden ist, bestimmt man auf demselben die Achsenlinien und alle wichtigen Puncte; eben so genau bestimmt man auch das verschiedene Niveau und befestigt das Sohlwerk.

Darauf werden die vorher abgerichteten, bearbeiteten und auf die erforderliche Länge miteinander verbundenen Sohlplatten hingelegt und sogleich mit Keilen und Bolzen befestigt. Darauf kommen die Zapfenlager, welche man befestigt, wobei man durch die Zeichen geleitet wird, die man auf der Sohlplatte gemacht hat. Man untersucht ihre respectiven Niveaus und verbessert unmittelbar die Fehler und Unvollkommenheiten der Bearbeitung.

Wenn die Entfernungen der Achsen genau, wenn sie miteinander parallel und die Höhen der Zapfenlager gehörig bestimmt sind, so ist man sicher, dass die Basis für die Bewegungsmittheilung gut ist und man hat nun weiter nichts zu thun, als die Wellen und die Räderwerke an ihren Platz zu bringen. Die einzige Schwierigkeit, welche diese Arbeit hat, ist die Befestigung der Räder und Getriebe auf den Wellen; sie muss mit aller der Sorgfalt ausgeführt werden, von der wir schon redeten, denn es ist durchaus erforderlich, dass die Zähne in einer Ebene liegen, die senkrecht auf der Achse steht, damit sie sich in einer senkrechten Ebene bewegen können, wenn die Welle horizontal liegt. Es wird vorausgesetzt, dass der Durchmesser der Zahnräder in genauer Uebereinstimmung mit dem Risse ist, allein ehe man zu der Aufstellung der Maschinentheile selbst schreitet, muss man genau alle Maasse untersuchen.

Die Aufstellung der Walzwerke erfolgt fast auf dieselbe Weise; nachdem die Sohlplatten nach der Achsenlinie des Walzwerks gelegt worden sind, regulirt man ihr Niveau und bringt nun die Gerüste mit allen ihren Garnituren, Lagern etc. an ihren Platz. Man befestigt sie in der Achse mit den erforderlichen Abständen, untersucht das Niveau der Pfannen, befestigt die Keile und die Bolzen und legt nun endlich die Getriebe und die Walzen ein.

Von der Aufstellung der andern Apparate reden wir nicht; wir wollten hier nur einen allgemeinen Begriff von dieser Art der Operation geben, deren Einzelnheiten nicht Platz in diesem Werke finden können.

Von den Nebenapparaten, welche in den Hütten angewendet werden.

Wir haben im Verlauf dieses Werkes alle Maschinen beschrieben, welche zur Eisenfabrication angewendet werden; wir haben auch über die dabei angewendeten Triebkräfte und Bewegungsmittheilungen dasjenige mitgetheilt, was man bei der Anlage von Eisenhütten wissen muss. Es bleibt uns nun noch übrig, einige Worte über gewisse Apparate zu reden, welche gewöhnlich bei den Eisenhütten zur Anwendung kommen: es sind dies die Pumpen und die Wasserbehälter, die Walzendrehbänke und die zu Reparaturen erforderlichen Werkzeuge; die Winden und die Krahne, welche zum Einlegen und Herausnehmen der Walzen aus den Gerüsten etc. dienen. Wir beschliessen dieses Kapitel mit einigen Betrachtungen über den Transport der Materialien im Innern der Hütten.

Von den Pumpen und den Wasserbehältern.

Erforderliche Wassermenge. — Man verbraucht in den Eisenhütten stets viel Wasser; man bedarf seiner zur Abkühlung der Zapfenlager und der Walzen; zur Füllung der Tröge, zur Abkühlung der Gezähe, welche in der Nähe der Walzwerke, der Hämmer und der Oefen stehen; zum Auslöschen der Cinders, zur Reinigung der Hütte etc.

Man kann im Durchschnitte in der Minute rechnen: 10 Liter oder 9 Quart für 1 Walzgerüst, 3—4 Liter oder $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Quart für einen Wellzapfen und 1 bis 2 Liter, oder $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Quart für einen Gezähetrog.

Das Wasser wird gewöhnlich aus einem Brunnen, oder aus einem Sammelteiche genommen und mittelst einer Pumpe in einen Behälter gebracht, dessen Boden höher liegt, als die Walzgerüste, und deren räumlicher Inhalt wenigstens gleich dem einstündigen Producte der Pumpe ist. Eine gusseiserne Wasserleitung läuft von diesem Reservoir aus und wird nach allen Theilen der Hütte geführt, welche gespeis't werden soll; von dieser allgemeinen Leitung laufen kleine Röhren ab und führen das Wasser auf die Wellzapfen, oder in die Tröge, oder es sind noch Zweigröhren dazwischen. Für die Walzwerke wird das Wasser von der Hauptleitung ab einem hölzernen Troge zugeführt, welcher über den Gerüsten angebracht worden ist.

Pumpen. — Die Pumpen, welche am Wenigsten in Unordnung gerathen, sind die einfachwirkenden mit massiven Kolben, sowie die auf Taf. 80 abgebildete.

Man lässt den Kolben mit einer Geschwindigkeit von 0,20 bis 0,25 Meter in der Secunde gehen, und man berechnet seinen Querschnitt für eine Wassermenge, welche die wirklich zu erlangende um 0,20 Meter übertrifft.

Es sey V die in der Minute zu liefernde Wassermenge in Cubikmetern;
v, die Geschwindigkeit des Kolbens in der Secunde, nach Metern;
S, der Durchschnitt in Quadratmetern.

Man muss haben:

$$2\,\frac{1,20\ V}{60} = Sv,$$

daher

$$S = \frac{2,40\ V}{60\ v} = \frac{0,04\ V}{v} \quad (21)$$

Kennt man den Durchschnitt des Kolbens, so findet man leicht seinen Halbmesser:

$$R = \sqrt{\frac{S}{3,14}}$$

Den Eingangs- und Ausgangsventilen muss man im Durchschnitt einen solchen Querschnitt geben, dass die Geschwindigkeit des Wassers 0,20 bis 0,25 Meter nicht übersteigt. Für die Wasserleitungsröhren kann man eine bedeutende Geschwindigkeit annehmen, obgleich man gut thut, 0,60 bis 0,80 Meter in der Secunde nicht zu übersteigen, hauptsächlich bei den Saugröhren.

Die Bewegung der Pumpen kann durch Excentriken oder Kurbeln bewirkt werden; dies letztere Mittel ist das beste, weil es zu einer geringern Reibung Veranlas-

sung giebt, als das erstere. Ihre Stellung kann übrigens horizontal oder vertikal seyn; wir geben der zweiten den Vorzug.

Von den Wasserbehältern. Die Wasserbehälter werden gewöhnlich in der Hütte selbst angebracht und werden durch hölzerne Gerüste, oder durch gusseiserne Säulen getragen; man macht sie entweder aus Bohlen, die mit Blei ausgefuttert sind, oder besser noch von Gusseisen oder von dünnem Bleche. Die allgemeine Wasserleitungsröhre ist mit einem Ventile oder mit einem Hahne versehen, so dass der Wasserstrom unterbrochen werden kann, wenn die Hütte nicht im Betriebe ist.

Der Boden des Wasserbehälters muss in einer ziemlich bedeutenden Höhe von etwa 3 bis 4 Meter angebracht werden, und die Vertheilungsröhre kann daher auf dem hölzernen Gerüste aufliegen; es ist aber weit bequemer, sie niedergehen zu lassen und in die Gräben der Sohlwerke von der Bewegungsmittheilung zu legen, von wo aus man Verzweigungen unter die Walzgerüste gehen lässt. Die kupfernen oder bleiernen Röhren, welche das Wasser auf die Zapfenlager führen, sind mit kleinen Hähnen versehen, so dass der Wasserstrahl unterbrochen werden kann, sobald er nicht mehr erforderlich ist. Es sind auch besondere Hähne für die Speisung der Walzgerüste, der Tröge etc. erforderlich.

Grosse Wasserbehälter. — In den mit Dampfmaschinen betriebenen Hütten wird der nicht zur Speisung der Kessel verbrauchte Theil des Condensationswassers, sowie alles das, welches den Fundamenten zufällt, oft einem grossen Behälter zugeführt, der in der Mitte der Hütte angebracht ist, wo das Wasser sich schnell genug abkühlt, um von der Pumpe des kleinern Wasserbehälters aufgenommen werden zu können. Diese letztere kann auch zur Speisung des Maschinencondensators dienen, vorausgesetzt, dass die Pumpen, welche ihn bedienen, hinlängliches Wasser liefern.

Triebkraft der Pumpen. — Im Allgemeinen bringt man die Pumpen an eine Welle der Bewegungsmittheilung, sowie es auf Taf. 80 angegeben worden ist. Soll aber viel Wasser gehoben werden, z. B., für mehrere Condensationsmaschinen, so ist es zweckmässiger, eine besondere kleine Maschine anzuwenden, welche die Pumpen in Betrieb setzt. Man kann sie auch zur Kesselspeisung anwenden, indem man durch dieselbe das Condensationswasser aus dem Condensatortrog aufnimmt. Bei einem solchen Verfahren hat man bei den grossen Maschinen weder eine Kaltwasserpumpe, noch eine Speisepumpe nöthig; ihre Construction wird vereinfacht, und die Wasserzuführung erfolgt regelmässiger, wohlfeiler und sicherer.

Werkzeuge zu Reparaturen.

Walzendrehbänke. — Unter den Werkzeugen, welche zu Reparaturen verwendet werden und an denen es keiner bedeutenden Hütte fehlen darf, sind die nöthigsten die Walzendrehbänke.

Um eine rohe Walze zu bearbeiten, bringt man sie zuvörderst auf eine Spitzendrehbank, um die Zapfen abzudrehen und legt alsdann die Zapfen auf die Docken einer Drehbank, um die Tafel abzudrehen, und um die Kaliber einzudrehen. Man muss daher wenigstens zweierlei Drehbänke haben, eine Spitzendrehbank und eine Drehbank mit Supports oder Docken.

Die Spitzendrehbank zeigt nichts Eigenthümliches in ihrer Einrichtung: sie dient für alle Walzen von jedwedem Durchmesser und von jedweder Länge der Tafel.

Es ist hinreichend, wenn ihre Geschwindigkeit nach dem Durchmesser der Stücke und nach der Beschaffenheit des zu verarbeitenden Gusseisens verändert werden kann.

Die **Supportdrehbank**, welche zur Bearbeitung der Tafel dient, ist nicht in demselben Falle, wie die vorhergehende. Die Bearbeitungen der Cannelüren erfordern eine ausserordentliche Genauigkeit, und es ist sehr schwierig, sie herstellen zu können, ohne einen Apparat zu haben, der ganz besonders geeignet zu den Dimensionen der Walzen ist. Es ist übrigens nicht die Bewegung der Drehbank, d. h. des Ganzen von dem Räderwerke, welches dem Stücke die Bewegung mittheilt, welche veränderlich seyn muss: es sind dies die Supports sowohl für die Auflage der Zapfen, als auch für die Auflage des Drehwerkzeugs. Es ist zuvörderst klar, dass die Supports Pfannen haben müssen, deren Durchmesser ganz gleich von dem der Walzenzapfen ist, deren Tafel man bearbeiten will; man muss demnach schon ebensoviel Paare von Supports, als Arten von Walzen in der Hütte, haben. Da aber zur Erlangung einer guten Bearbeitung das Support für das Drehwerkzeug eine grosse Stabilität haben muss, so muss es mit den Supports, auf denen die Zapfen ruhen, verbunden werden können, wie dies auf den Taf. 81 und 82 angegeben worden ist. Man muss demnach Supports zur Auflage des Drehwerkzeugs haben, welche genau für den Durchmesser und die Länge der Walzentafel passen.

In Hütten, in denen man viele Walzen von verschiedenen Dimensionen abzudrehen hat, ist es sehr zweckmässig, mehrere Supportdrehbänke zu haben, indem eine einzige schwerlich allen Bedürfnissen entsprechen würde.

Die Spitzendrehbänke können durch Riemen und Scheiben, die Supportdrehbänke zur Bearbeitung der Tafel aber müssen im Allgemeinen durch Räderwerk bewegt werden, indem die geringe Geschwindigkeit, welche sie bedürfen, hauptsächlich bei den schaalenharten Walzen, die Benutzung der Laufriemen nicht gestattet. Dreht man Walzen von weichem Roheisen ab, so kann der erste Uebergang nur mit einer Geschwindigkeit von höchstens 0,08 Meter in der Secunde auf der Peripherie des Stücks bewirkt werden; die Vollendung harter Walzen gestattet übrigens nur Geschwindigkeiten von 0,005 bis 0,015 Meter.

Die Bewegung der Drehbänke wird gewöhnlich von einer der Wellen der Bewegungsmittheilung der Hütte bewirkt; jedoch ist es zweckmässiger, eine besondere Triebkraft und die übrigens anzuwendenden Werkzeuge zu haben.

Reparatur der Hüttengezähe. — Die Reparatur der Brechstangen, Haken, Zangen etc. geschieht in einem kleinen Schmiedefeuer, welches man in der Hütte selbst, oder in ihrer unmittelbaren Nähe anbringt. Die Reparatur der Maschinentheile erfolgt in einer besondern Werkstatt: die dort am Häufigsten angewendeten Apparate sind ausser den Schmiedefeuern, welche von einem Ventilator den Wind erlangen, den Schraubenstöcken und andern ähnlichen Werkzeugen, Spitzen- und Scheibendrehbänke zum Abdrehen der Wellen und Zapfen, zum Ausbohren der kleinen Räder, der Pfannen etc., mehrere Bohrmaschinen, eine Schraubenschneidmaschine, eine Hobelmaschine, eine senkrechte Bohrmaschine zum Centriren der grossen Räder.

Mit diesen Mitteln kann man auf eine haushälterische schnelle Art und Weise alle Reparaturen der Hütte bewirken, vorausgesetzt, dass man immer Wechselstücke im Voraus gegossen habe, besonders wenn keine Giesserei mit der Hütte verbunden ist.

Werkzeuge zum Aufstellen der Maschinen.

Die Hütten müssen mit allen Apparaten versehen seyn, welche zum Transporte und zur Aufstellung grosser Stücke erforderlich sind.

Die Werkstätten, in denen die Reparaturen erfolgen, sind zu dem Ende mit Krahnen versehen, mittelst denen man die Stücke handhaben kann, und sie werden alsdann auf kleinen Wagen oder Karren, die eine sehr mannigfache Einrichtung haben können, zur Hütte geschafft. Ihre Aufstellung geschieht durch Winden, Hebezeuge, Wagenwinden, Krahne etc.

Von den Winden. — Wir geben auf Taf. 80 die Abbildung von einem Haspel oder einer Winde, sowie sie in den Hütten häufig zur Aufstellung der Maschinen, zum Heben schwerer Maschinentheile etc. angewendet werden. Sie besteht aus einem gusseisernen Gestelle, welches gewöhnlich auf einem hölzernen Rahmen befestigt ist, welcher auf 4 kleinen Rädern ruht.

Die Bewegungsorgane bestehen aus zwei Wellen, von denen die eine die Trommel und ein Zahnrad, die andere ein Getriebe, die Kurbeln und ein Sperrrad trägt, dessen Sperrkegel an einer Stange des Gestelles angebracht ist.

Wenn man mit P das zu hebende Gewicht;
Q, die auf die Kurbel ausgeübte Kraft;
r, den Halbmesser der Trommel;
r', den des Getriebes;
R, den Halbmesser des Rades;
R', den der Kurbel bezeichnet,
so findet man, wenn man die Steifheit der Seile unberücksichtigt lässt:

$$Q = P \frac{r\, r'}{R\, R'}; \quad (22)$$

d. h., dass die Kraft sich zum Widerstande verhält, wie das Product der Radien von den Getrieben zu dem Producte der Radien der Räder.

Um eine Last zu heben, befestigt man die Winde und bringt über der Last eine Rolle an, welche man entweder an dem Gebälke des Gebäudes, oder an einem Gerüste befestigt. Die Last wird durch Seile mit dem Haken des Hebeseils verbunden, dieses geht alsdann über die Rolle und wickelt sich über die Trommel der Winde. Die Kraft, die ein Mensch mittelst der Kurbel bei ununterbrochener Arbeit ausüben kann, beträgt 8 Kilogramme bei 0,75 Meter in der Secunde; allein bei der Aufstellung von Maschinen etc. wirkt die Kraft nicht ununterbrochen und kann daher viel bedeutender seyn.

Von den Flaschenzügen. — Wenn die zu hebende Last sehr schwer ist, so ersetzt man die Rolle durch Flaschenzüge.

Die Flaschenzüge sind Verbindungen von Rollen; sie können gleichen Durchmesser haben und auf einer und derselben Achse befindlich seyn, oder verschiedene Durchmesser haben und auf verschiedenen Achsen sich drehen. Man wendet stets zwei Flaschenzüge von gleicher Art an; die eine mit einem festen Puncte verbunden und fester Flaschenzug genannt, die andere, an welche man die Last hängt, nennt man den beweglichen Flaschenzug.

Nimmt man an, wie es jedoch nur halb richtig ist, dass die Theile des Seils von einem Flaschenzuge einander parallel seyen, so verhält sich die Kraft zur Last, wie die Einheit zur Zahl N der Seile, welche den beweglichen Flaschenzug halten.

Um bedeutende Lasten zu heben, verbindet man die Wirkung einer Winde mit der eines Flaschenzuges.

Wenn P' das mit einem beweglichen Flaschenzuge verbundene Gewicht bezeichnet, P die auf die Winde ausgeübte Kraft, so hat man $\frac{P = P'}{N}$. Substituirt man diesen Werth in der Gleichung für die Winde (22), $Q = P \frac{r\,r'}{R\,R'}$, so wird sie:

$$Q = P' \frac{r\,r'}{N.R\,R'} \quad (23)$$

Man kann mit Hülfe dieser Formel annähernd die Anzahl von Menschen berechnen, welche auf die Kurbel einer Winde einwirken müssten, um ein gegebenes Gewicht P' zu heben.

Machen wir, z. B.: $P' = 3000$ Kil.; $r = 0{,}10$ M.; $r' = 0{,}05$ M.; $R = 0{,}40$ M.; $R' = 0{,}35$ M.; $N = 6$; so findet man:

$$Q = 3000 \frac{0{,}10 \text{ M.} \times 0{,}05 \text{ M.}}{6 \times 0{,}40 \text{ M.} \times 0{,}35 \text{ M.}} = 17{,}800 \text{ Kil.}$$

Man müsste demnach zwei Menschen an die Kurbeln legen.

Was nun die Last betrifft, welche das Seil trägt, so müsste sie $\frac{P'}{N} = \frac{3000}{6}$ $= 500$ Kil. seyn.

Ein hanfenes Seil zerreisst nur unter einer Belastung von 6 bis 8 Kil. auf das Quadratmillimeter; man kann es daher bei gewöhnlichen Anwendungen sehr sicher mit zwei Kilogr. belasten. In dem vorliegenden Falle würde man ihm einen Durchschnitt von 250 Quadratmillimetern geben, d. h., einen Durchmesser von 0,018 Meter.

Bei sehr schweren Lasten wendet man mehrere Winden und mehrere Flaschenzüge an.

Von dem Gerüste. — Ein Flaschenzugsgerüste besteht aus drei hölzernen Säulen, die unten am Fusse beliebig voneinander entfernt und oben durch einen Bolzen verbunden sind, auf welchen eine Rolle oder ein Flaschenzug angebracht ist; das Seil des Flaschenzugs wickelt sich um die Trommel einer Winde mit Spille, oder mit Zahnrädern, welche an den beiden Säulen befestigt worden sind. Solch' ein Gerüst ist sehr bequem bei der Aufstellung von Maschinen, sobald man nicht einen hinreichend festen Punct zum Anhängen der Flaschenzüge hat.

Sich drehende Winde. — Um die Mühe zu vermeiden, welche die Bewegung der Winden nach sich zieht, jedesmal wenn man ein Stück in der Hütte zu bewegen hat, wendet man zuweilen feste Winden mit beweglichem Gestelle an, die man sehr fest in der Nähe der Bewegungsmittheilung und der Walzengerüste anbringt. Auf der Taf. 80 ist eine von denen dargestellt, welche die Herren Flachat und Petiet für die Hütte zu Vierzon construirt haben. Da sich die Trommel der Winde nach Belieben von verschiedenen Seiten drehen kann, so begreift man, dass sie für alle Stücke dienen kann, welche sich in einem gewissen Halbmesser rings um sie herum befinden.

Dieser Apparat lässt sich sehr bequem zum Ein- und Ausheben der Walzen anwenden. Ueber dem Walzwerke bringt man einen Flaschenzug an, welcher auf einem kleinen Wagen befestigt ist, welcher sich auf zweien der Länge nach angebrachten Balken bewegt, so dass er mit Leichtigkeit über jedes Gerüst geführt werden kann. Das Seil der Winde geht alsdann stets über den Flaschenzug, so dass der Apparat stets gebraucht werden kann.

Sollen Reparaturen an dem Räderwerke, an den Scheeren etc. gemacht werden, so lässt man die Winde auf die Flaschenzüge wirken, welche über diesen Stücken angebracht sind.

Von den Wagenwinden. — Eine Wagenwinde ist ein Apparat, welcher gewöhnlich zum Heben von Lasten auf geringe Höhen benutzt wird. Es giebt zwei Arten von Wagenwinden, die einfache, welche aus einer Kurbel, einem Getriebe und einer Zahnstange besteht, auf welche letztere die Last wirkt, und die zusammengesetzte, bei welcher das Getriebe der Kurbelachse zuvörderst auf ein Zahnrad wirkt, dessen Welle mit einem andern Getriebe versehen ist, welches in die Zahnstange greift.

Bezeichnet man mit P das auf die Zahnstange wirkende Gewicht, mit $r\,r'$ die Getriebehalbmesser, mit $R\,R'$ die Halbmesser des Rades und der Kurbel, so erhält man die Gleichgewichtsgleichungen:

Für die einfache Wagenwinde: $Pr = QR$;

Für die zusammengesetzte Wagenwinde: $Prr' = QRR'$.

Die Wagenwinde ist ein so bekannter Apparat, dass es nicht erforderlich ist, bei ihren zahlreichen Anwendungen länger stehen zu bleiben.

Von den Krahnen. — Die Krahne sind Maschinen, welche zur Hebung und zum horizontalen Transporte von Lasten, in einem gegebenen Halbmesser, dienen. Sie bestehen aus einer senkrechten Welle, die sich in ihrem Zapfen dreht und an ihrem obern Ende mit einem horizontalen Arme versehen ist, welcher mit Streben unterstützt wird, welche von dem untern Ende der Welle auslaufen. Letztere ist mit einer Winde mit Räderwerk versehen, um deren Trommel sich ein Seil oder eine Kette schlägt, die alsdann über Flaschenzüge an dem Arme geht. Die Flaschenzüge werden nicht selten von einem beweglichen Wagen getragen, mit dessen Hülfe man den Wirkungshalbmesser des Krahns verändert.

Einfache Krahne, welche nur ein Gewicht tragen, und die weder Winde, noch Wagen haben, werden häufig bei Hammerwerken angewendet, um das aus dem Feuer zu nehmende und zu schmiedende Stück daran zu hängen.

Die Krahne mit Winde und mit Wagen werden in den Giessereien (s. Bd. III. S. 401), bei Hämmern, die zum Ausschmieden grosser Stücke dienen und in den Walzhütten zum Herausnehmen und Einlegen der Walzen angewendet. Im letztern Falle setzt man ihn in die Mitte des Walzwerks, in einer hinlänglichen Entfernung von seiner Achse, damit er dem Betriebe nicht hinderlich sey, und man macht den Arm so lang, dass er die Walzen an den Flügeln des Walzwerks erreichen kann.

Die mit Wagen versehenen Krahne müssen stets einen horizontalen Arm haben, und die beiden Enden der stehenden Welle müssen sich um feste Puncte drehen. Man hat aber auch Krahne, welche oben keinen Drehungspunct haben und sich nur unten drehen, weshalb alle ihre Stützpuncte in der Sohle angebracht seyn müssen. Man muss eine solche Einrichtung unter sehr vielen Umständen wählen, wie, z. B., zum Beladen von Kähnen und Schiffen an Ladeplätzen, zum Beladen von Wagen etc.

Im Allgemeinen ist ihr Wirkungshalbmesser unveränderlich durch die Länge und die Neigung des Arms bestimmt; allein in einigen Fällen macht man den Arm dadurch beweglich, indem man sein unteres Ende mit der stehenden Welle durch eine horizontale Achse verbindet. Man kann alsdann die Neigung des Armes verändern und folglich seinen Wirkungshalbmesser verkürzen oder verlängern.

Bewegliche Krahne. — Zuweilen befestigt man die Krahne auf einem Wagen, der unten stark belastet ist und sich auf einer Eisenbahn bewegt, so dass er nach Belieben von einem Puncte zum andern transportirt werden kann. Eine solche Einrichtung ist für das Heben, den Transport und das Aufladen der Stücke in einer Werkstatt sehr anwendbar, ebenso für den Dienst eines Beckens, in welchem sich die Schiffsgefässe nur schwer transportiren lassen; allein die zu hebenden Massen müssen 1500 bis 2000 Kilogr. nicht übersteigen, weil man sonst den Wagen zu sehr belasten müsste, um ihm Stabilität zu geben, und sein Transport würde alsdann sehr schwierig werden.

Construction der Krahne. — Die Festigkeit der Stücke eines Krahns ist stets für das höchste Gewicht berechnet, welches man zu heben hat; die Einrichtungen der Winde und der Flaschenzüge sind darnach gemacht. Im Allgemeinen trifft man sie jedoch so, dass die Trommel mit zwei und selbst mit drei verschiedenen Geschwindigkeiten bewegt werden kann, so dass man nach Belieben für die leichten Stücke eine schnelle und für die schweren eine langsame Bewegung annehmen kann.

Die in den Hammer- und Walzhütten angewendeten Krahne sind für Belastungen von 2 bis 4 Tonnen berechnet; die der Werkstätten müssen 6 bis 8 Tonnen heben können. — Die in den Giessereien angewendeten Krahne sind die stärksten, weil die grossen Formkästen, wenn sie mit Sand angefüllt sind, weit mehr wiegen, als die Stücke selbst; man berechnet sie für 15 bis 20 Tonnen.

Man macht die Krahne entweder gänzlich aus Roheisen oder Schmiedeeisen, oder die Welle, den Arm und die Strebe von Holz, die Winde und die Flaschenzüge dagegen von Guss- und Schmiedeeisen. — In letzterem Falle können die Kosten für einen gut eingerichteten Krahn auf etwa 400 bis 500 Fr. für die Tonne veranschlagt werden. Demnach kostet ein Krahn, der 4 bis 5 Tonnen heben kann, 1500 bis 2500 Fr.

Ueber die grössere Zweckmässigkeit der Seile oder der Ketten sind die Meinungen getheilt. Die Seile nutzen sich sehr rasch ab, wenn sie der Wärme ausgesetzt sind; allein man bemerkt ihre schlechte Beschaffenheit und kann sie alsdann bei Zeiten auswechseln. Die Ketten sind dauerhafter und wohlfeiler, allein sie haben das Nachtheilige, plötzlich zu zerreissen; sie erfordern demnach eine lebhaftere Aufmerksamkeit. Die Krahnketten dürfen mit nicht mehr als 10 Kilogr. auf das Quadratmillimeter belastet werden, selbst dann, wenn man vollkommen sicher wegen der Qualität des Eisens und wegen der guten Anfertigung ist.

Transport im Innern der Hütten.

Eisenbahnen. — Gewöhnlich transportirt man in den Hütten nur Materialien von geringem Volum, sowie Roheisengänze, Holzkohlen, Erze, Steinkohlen etc., in Laufkarren von verschiedener Form. Die Eisenfabricate werden auf verschiedenartig eingerichteten zwei- oder vierrädrigen Karren oder Wagen transportirt. Alle Wege, welche diese Transportmittel durchlaufen, müssen mit gusseisernen Platten belegt seyn,

um das Fahren möglichst zu erleichtern. — Man macht den Transport noch wohlfeiler, wenn man zwischen den verschiedenen Magazinen oder Ablageplätzen, bis zu den gusseisernen Platten, oder bis zu den Puncten des Verbrauchs und der Fabrication, kleine Eisenbahnen vorrichtet.

Zur Bedienung der Hohöfen legt man Eisenbahnen von den Kohlenschoppen, von den Coaksplätzen, von den Puncten, wo Erze und Zuschlag aufgeschüttet liegen, bis zu dem Fusse des Gichtzuges an und transportirt diese Materialien in kleinen Wagen, die man alsdann mit dem Gichtzuge in Verbindung bringt, um sie über der Hohofengicht zu entleeren. Eine andere Eisenbahn legt man noch zwischen der Hohofenhalle und dem Roheisenmagazin an.

Für den Dienst der Stabeisenfabriken hat man Wege von den Steinkohlen- und Roheisenmagazinen bis zu den Oefen; andere Bahnen führen das fertige Eisen zu den Magazinen, zerbrochene Stücke zu der Ramme oder dem Roheisenbrecher, die zu reparirenden Walzen zu der Werkstatt etc. — Ein auf diese Weise organisirter Dienst veranlasst viele Ersparungen, weil er mit nur wenigen Arbeitern und stets rasch und regelmässig bewirkt werden kann.

Man construirt solche Bahnen mit einem Gleise von 0,60 bis 0,80 Meter Breite, aus gusseisernen Schienen, von denen das laufende Meter 10 bis 12 Kilogr. wiegt und mit Schienenstühlen von 5 bis 6 Kilogr., welche auf Quer- oder Längsschwellen befestigt werden. Da der Transport stets mit geringen Geschwindigkeiten stattfindet, so werden die Bahndurchkreuzungen mit grosser Einfachheit ausgeführt.

Das Wägen der Materialien. — Wegen der Materialberechnung ist es erforderlich, dass die zum Transporte der Erze oder Brennmaterialien dienenden Waagen einen bestimmten und in runden Zahlen leicht ausdrückbaren räumlichen Inhalt haben. — Für die Materialien, welche gewogen werden müssen, müssen an allen Puncten, wo es erforderlich ist, Waagen vorhanden seyn: im Roheisenmagazine, bei den Hohöfen, in der Giesserei, in der Werkstatt, im Eisenmagazine, bei den Hämmern und Walzwerken etc. In den Walzhütten müssen immer mehrere Waagen vorhanden seyn: eine oder zwei bei den Puddelwalzen, um die Rohschienen, sobald sie aus den Walzen hervorkommen, warm und noch ehe sie in's Magazin geschickt werden, wägen zu können, damit die Löhne der Puddler und der Walzer, die nach dem Gewichte bezahlt werden, berechnet werden können. Eine andere Waage ist noch bei der Richtbank und bei dem Windebocke erforderlich, um das fertige Eisen wägen zu können. — Die bequemsten Waagen sind die Schnellwaagen, welche transportirbar sind und nur ein reducirtes Gewicht erfordern. — Bei der Annahme von Kohlen, Erzen, Roheisen und andern Materialien, welche von Ausserhalb kommen, ist gewöhnlich am Eingange der Hütte eine grosse Schnellwaage vorhanden, mit der man bis 6 oder 8 Tonnen wägen kann.

Dies sind, unter den Nebenapparaten der Hütten, diejenigen, auf welche wir aufmerksam machen zu müssen geglaubt haben; wir wollen nun in dem nachfolgenden Kapitel einige Data über die allgemeine Einrichtung der Eisenhütten mittheilen.

Drittes Kapitel.

Allgemeine Einrichtung der Hütten.

Bei der Untersuchung der verschiedenen Fabricationsmethoden des Eisens haben wir die Beschreibung aller Apparate gegeben, welche bei dem Eisenhüttenwesen angewendet werden; zu gleicher Zeit haben wir auch die Triebkräfte oder Motoren und die Art und Weise kennen gelernt, wie sie mit den Arbeitsmaschinen verbunden werden. — Um unsere Arbeit über das Eisenhüttengewerbe zu vervollständigen, haben wir auch noch zu untersuchen, wie die Apparate, wegen der grössern Leichtigkeit der Operationen, im Verhältnisse zueinander angebracht oder gestellt werden müssen. Wir haben auch endlich nachzuweisen, wie die verschiedenen Werkstätten, welche eine grosse Hütte bilden, eingerichtet seyn müssen, um auf die günstigste Weise allen Erfordernissen eines haushälterischen und schnellen Betriebes zu entsprechen.

Wir beschäftigen uns zuvörderst mit der innern Einrichtung der Stabeisenhütten *(forges)*, dann mit der ganzen und allgemeinen Einrichtung grosser Hüttenwerke.

Innere Einrichtung der Stabeisenhütten.

Alle Stabeisenhütten können auf zwei Classen zurückgeführt werden: auf die Hammerhütten mit Frischfeuern oder Puddelöfen, und auf die Walzhütten mit Puddelöfen, Schweissöfen etc. Wir wollen beide Classen von Hütten nacheinander untersuchen.

Von den Hammerhütten.

Gewöhnliche Einrichtungen. — Die Hammerhütten haben gewöhnlich ein Gebäude von länglich-viereckiger Gestalt: die Feuer nehmen eine Seite der Hütte ein, und die Hämmer liegen entweder daneben, oder an der entgegengesetzten Seite. Man lässt einen freien Raum von etwa 4—5 Metern zwischen zwei Frischfeuern und von 5—6 Metern zwischen den Feuern und den Hämmern, so dass die Gebäude etwa 12 bis 14 Meter tief seyn müssen. Eine noch vorzüglichere Einrichtung besteht darin, hinter den Frischfeuern den nöthigen Raum für die Materialien zu lassen, so dass dadurch der Betrieb der Feuer und der Hämmer nicht beschränkt wird; in diesem Falle müssen die Hüttengebäude 16 bis 17 Meter tief seyn.

Wenn die Hämmer durch Räder getrieben werden, so können alle Gefälle an einer und derselben Seite der Hütte liegen, und der andere bleibt gänzlich frei für das Einführen der Materialien und das Herausbringen der Producte. — In einigen Fällen bringt man auch die Wasserräder zu beiden Seiten des Gebäudes an und legt die Frischfeuer zwischen die Hämmer. Diese für den Betrieb minder zweckmässige Einrichtung wird nur dann angewendet, wenn die Anzahl der Hämmer und Heerde fast gleich ist.

Frischt man mit Puddelöfen, so legt man sie an die Stelle der Frischfeuer senkrecht auf die Länge des Gebäudes und lässt etwa 6 Meter zwischen den Seitenflächen und zwischen zweien aufeinander folgenden Oefen.

Die Anwendung von Dampfmaschinen, statt der Wasserräder, macht die Seite der Hütte, wo die Hämmer liegen, weit zugänglicher: die Kessel liegen hinter den Frischfeuern oder den Puddelöfen, um den Verkehr auf keine Weise zu hindern.

Besondere Fälle. — Wir haben bei der Darstellung des Stabeisens mittelst Frischfeuern und Hämmern bemerkt, dass das Zängen fast überall durch zu leichte Hämmer bewirkt werde, und dass das Wärmen der Luppenstücke und Kolben den Betrieb sehr aufhalte und den Brennmaterialverbrauch vermehre. Wir glauben daher, dass eine Hütte, welche aus einer hinlänglichen Anzahl von Feuern besteht, um eine besondere Einrichtung zu begründen, nach andern Grundsätzen, als die angegebenen, angelegt werden müsse.

Zuvörderst müssten alle Feuer in dem Bereiche eines sehr schweren Zängehammers liegen, unter welchem die Stücke sofort eine bedeutende Streckung erlitten; das Ausschmieden der Stäbe müsste alsdann unter leichtern und zu den verschiedenen Eisensorten besonders geeigneten Hämmern erfolgen. — Die feinern Eisensorten könnten in Oefen gewärmt werden, welche mit der verlornen Flamme der Frischfeuer gefeuert werden müssten; wo aber Steinkohlen zu mässigen Preisen zu erlangen sind, kann deren Benutzung zum Glühen nur höchst vortheilhaft seyn, sowohl in Beziehung auf die Güte, als auch auf die wohlfeilere Darstellung des Eisens. Luppen, welche mit Holzkohlen gefrischt und dann unter einem schweren Hammer gezängt, dann aber nicht in dem Frischfeuer selbst, sondern in Glühöfen mit Steinkohlenfeuerung, geglüht und endlich unter besondern Hämmern ausgeschmiedet worden sind, würden ein weit gleichartigeres Eisen geben, als das jetzt von den Hammerschmieden gelieferte. Auch die Productionskosten würden weit geringer seyn.

Dieses Betriebsverfahren erfordert offenbar eine Veränderung in der Anlage der Apparate: die Frischfeuer müssten auf einen Punct gruppirt werden, während der Zängehammer und die Reckhämmer in der Nähe des Glühofens angebracht seyn müssten. — Der Dienst der Arbeiter würde ebenfalls einige Veränderungen erleiden: die Frischer würden sich auf die Vorbereitung des Eisens beschränken und würden sie alsdann den Hammerschmieden übergeben und sich nicht weiter darum bekümmern, kurz das Frischen und das Ausschmieden würden gänzlich getrennte Operationen seyn, sowie das Puddeln und Walzen in den Walzhütten.

Wir sind überzeugt, dass diese Veränderung der ältern Betriebsmethode in den Hammerhütten an vielen Orten angelegt werden könnte und vortreffliche Resultate geben müsste.

Nebengebäude. — In den ältern Hütten liegt der Kohlenschoppen gewöhnlich neben dem Hammer; es ist aber zweckmässiger, ihn etwas davon zu entfernen, um Feuersgefahr zu vermeiden. Unter den andern Räumen müssen wir bezeichnen: — die Werkstatt zu Reparaturen, welche gewöhnlich in zwei Schmiedefeuern und einigen Schraubstöcken besteht; — das Roheisen- und Steinkohlenmagazin, ein kleines Magazin, in welches man alle Materialien zur Unterhaltung der Maschinen und zur Erleuchtung verschliessen kann; die Zimmerwerkstatt und eine Niederlage für die Hammerhelme und für sonstiges Holzmaterial, wiewohl die Helme häufig auch unter Wasser aufbewahrt werden; — endlich die Bureaux und die Wohnungen für die Beamten und Arbeiter.

Die Arbeiterwohnungen müssen, wo möglich, ausserhalb des Hüttenhofes liegen, den man vollkommen verschliessbar machen muss.

Von den Walzhütten.

Die grossen Walzhütten zerfallen fast immer in zwei besondere Hütten, von denen die eine alles umfasst, was sich auf das Verpuddeln des Roheisens und auf die Darstellung der Rohschienen bezieht, während in der andern das Ausschweissen und Auswalzen erfolgt.

Puddelhütte. — Man lege nun die **Puddelöfen** auf eine und dieselbe Linie gegen die Umfassungsmauern der Hütte, wie man dies aus den Grundrissen der Hütten von Decazeville und Alais ersehen kann; oder man bildet davon, wie in vielen englischen Hütten, zwei parallele Linien, mit einem Durchgange zwischen beiden, um die Luppen zum Hammer bringen zu können; oder man wende irgend eine andere Einrichtung an: — so wird es in allen Fällen unerlässlich seyn, dass ihr Betrieb von Aussen bewirkt werden kann, d. h., es muss jeder Ofen so mit Steinkohlen und Roheisen versehen werden können, dass diese Materialien nicht durch die Hütte transportirt werden müssen, indem dadurch der Betrieb sehr häufig gestört werden würde.

Zur Raumgewinnung legt man gewöhnlich zwei Oefen aneinander, allein man muss stets dahin sehen, ihr Gemäuer zu trennen, damit das Kalklager und die Reparaturen des einen nicht auch den Betrieb des andern unterbrechen. Der Zwischenraum zwischen den Arbeitsseiten zweier paralleler Oefen muss wenigstens 6 Meter betragen, damit sich die Arbeiter nicht gegenseitig hindern, und damit sie auch nicht soviel von der Hitze zu leiden haben.

Die neue Methode, welche darin besteht, den Rauch aus allen Oefen durch eine einzige grosse Esse abzuleiten, scheint uns, wie wir schon bemerkt haben, den Vorzug vor der ältern zu verdienen, besonders in Beziehung auf die Unterhaltungs- und Reparaturkosten. Sie erfordert bloss, dass man eine besondere Aufmerksamkeit auf die Vorrichtung der Register verwendet, die auf jeden Ofen folgen, sowie auf die Vereinigung der verschiedenen Rauchcanäle, ehe sie unten in die Esse treten; denn es muss durchaus jeder Heizer Meister seines Zuges seyn, als wenn er eine besondere Esse hätte, und es darf durchaus der Betrieb eines Ofens nicht durch den der übrigen gestört werden.

Da die Luppen von allen Oefen zu der Luppe oder zu der Presse gebracht werden müssen, so hat man hin und wieder der Sohle nach diesen Apparaten zu einen kleinen Fall gegeben. In den neuen Hütten hat man auf eine solche Einrichtung Verzicht geleistet, weil sie in andern Beziehungen hinderlich ist. Ist die Entfernung gross, so kann man die Anstrengung der Arbeiter dadurch sparen, dass sie die Luppen auf kleinen Wagen fahren, statt sie, wie dies gewöhnlich der Fall ist, auf den gusseisernen Platten entlang zu ziehen.

Der **Zängeapparat**, Hammer oder Presse, ist gewöhnlich mit den Luppenwalzen an eine Triebkraft gelegt. Diese schon durch sich selbst mangelhafte Einrichtung, sobald der Apparat ein Hammer ist, indem dessen Stösse der Maschine schaden, ist auch noch darin fehlerhaft, dass sie nicht gestattet, dem Hammer die richtige Stellung im Verhältnisse zu den Oefen und zu den Walzgerüsten zu geben. — Es ist, wie man es in den Hütten zu Creusot und Abainville (Taf. 85 u. 87) und in vielen andern wahrnehmen kann, weit zweckmässiger, den Hämmern besondere Motoren zu geben und sie in die günstigste Stellung in Beziehung auf den ganzen Betrieb zu bringen.

Die **Hämmer** können ohne Nachtheil hinlänglich von den Oefen entfernt liegen, weil die Luppen immer noch warm genug zu ihnen gelangen; dagegen müssen sie den Luppenwalzen, soweit als es die Behinderung des Betriebes gestattet, möglichst nahe und stets auf derjenigen Seite liegen, auf welcher das Eisen in die Walzen eingeführt wird.

Bei solchen Einrichtungen geht weder Zeit verloren, noch wird irgend eine vergebene Arbeit ausgeführt; da der Hammer fast zwischen den Oefen und dem Walzwerke liegt, so gelangt das Eisen direct zum Zängen und geht dann unmittelbar zu den Walzwerken über. Das im Groben oder zu Rohschienen verarbeitete Eisen muss warm gewogen und dann zum Magazine geschafft werden; aus diesem Grunde muss die Waage und das kleine Bureau des Waagemeisters auf der Ausgangsseite der Walzwerke liegen. Wenn, statt des Magazins, sie in der unmittelbaren Nähe der Scheeren befindlich seyn muss, in welche die Rohschienen vor ihrem Zusammenlegen in Pakete zerschnitten werden, so beginnen die Vollendungsarbeiten des Eisens von hier ab.

Scheeren und Schweissöfen. — Da das Eisen, nachdem es zu Paketen zusammengelegt werden ist, sogleich ausgeschweisst werden muss, so ist es vortheilhaft, die **Scheeren** in der Nähe der Oefen anzubringen. Diese Einrichtung hat durchaus nichts Schwieriges, wenn die Scheeren durch eine besondere Maschine bewegt werden, an welche man übrigens keine anderen Apparate legen kann; allein sie ist auch dann möglich, wenn die Bewegung der Scheeren, wie es gewöhnlich der Fall ist, von einem der grossen Motoren der Hütte erfolgt, weil die geringe Triebkraft, welcher sie bedürfen, deren Uebertragung auf bedeutende Entfernungen gestattet. — In der Nähe der Scheeren bringt man eine Waage an, um die Pakete wägen zu können.

Die **Schweissöfen** müssen, wie die Puddelöfen, in der Nähe der Umfassungsmauern der Hütte angelegt werden, so dass ihr Betrieb die Arbeit nicht hindert; ihre relativen Einrichtungen sind ganz dieselben. — Da das aus den Oefen hervorkommende Eisen zwischen den Walzen geschweisst werden muss, so ist es nothwendig, dass sie auf der Vorderseite der Walzen liegen, und auch nur in geringer Entfernung von denselben, um jede Abkühlung des Eisens zu vermeiden. Da aber andererseits die Walzer bei ihren Bewegungen nicht gehindert werden dürfen, so lässt man gewöhnlich 8 bis 10 Meter zwischen den Walzwerken und den Oefen, und man kann selbst ohne Nachtheile bei feinen Eisensorten eine Entfernung von 12—14 Metern nehmen.

Dieses Verhältniss hängt übrigens ganz und gar von der Beschaffenheit der zu fabricirenden Eisensorten ab; ein starkes Paket kann 12—15 Met. weit auf einem Wagen transportirt werden, ohne eine merkliche Abkühlung zu erleiden. Dasselbe findet bei einem kleinen Kolben statt, da derselbe leicht genug ist, um von dem Ofen nach dem Walzwerke geschleudert werden zu können, und weil er diesen Raum sehr rasch durchläuft. Dagegen würden mittelschwere Pakete, oder Blechtafeln, die sich nur sehr schwierig handhaben lassen, und die man auf den gusseisernen Platten schleppen muss, eine zu bedeutende Abkühlung erleiden. Deshalb legt man, besonders in dem letztern Falle, das Walzwerk möglichst nahe an den Ofen, welcher es bedient.

Grob- und Feineisenwalzwerke. — Gewöhnlich legt man mehrere Walzwerke an eine und dieselbe Triebkraft, hauptsächlich bei Wasserrädern, da der Raum, den sie einnehmen und die kostbaren Bewegungsmittheilungen, welche sie erfordern, keine Vervielfachung gestatten. Eine solche Einrichtung ist sehr richtig, wenn die Be-

dürfnisse der Hütte es nicht erfordern, dass alle Walzgerüste fortwährend im Betriebe sind; denn es würde ganz und gar unrichtig, ja lächerlich seyn, besondere Motoren anzulegen, welche während eines Theils von dem Jahre ausser Betriebe sind.

Wenn dagegen die Walzgerüste fortwährend im Gange sind, und wenn man den Dampf als Triebkraft anwendet, so ist es, unserer Meinung nach, zweckmässig, die Triebkraft zu theilen, indem diese Theilung selbst eine Garantie gegen ein langes Anhalten oder ein gänzliches Ausserbetriebsetzen ist. Lange Zeit hindurch hat man den entgegengesetzten Grundsatz verfolgt, und die meisten unserer grossen Hütten sind darnach angelegt, allein man hat alle Nachtheile dieses Grundsatzes anerkannt und hat ihn daher jetzt aufgegeben. Die Annahme von Dampfmaschinen, die einfache Formen haben und wohlfeil herzustellen sind, müssen einen neuen Fortschritt in dem Hüttenbetriebe machen, der nur höchst günstig auf die Verminderung der Productionskosten einwirken kann.

Bei der Anlage der Walzgerüste muss man dahin sehen, vor und hinter denselben hinlänglichen Raum zu lassen, damit die Arbeiter nicht gehindert seyen, und damit sich sehr lange Stäbe ohne Hindernisse zu entwickeln vermögen. Der Mangel an Platz schadet der Schnelligkeit des Betriebes ganz ausserordentlich und in gewissen Fällen auch der Güte der Arbeit und der Producte.

Die aus den Walzen hervorkommenden Eisenstäbe müssen gerade gerichtet, es müssen die Enden abgeschnitten werden, kurz sie müssen alle Operationen erleiden, welche sie als Handelsgut darzustellen vermögen. Um daher unnütze Transporte zu vermeiden, müssen die verschiedenen Apparate, als Richtplatten, Scheeren, Schienensägen, Bindeböcke etc., auf der Ausgangsseite der Walzen und in einer zweckmässigen Entfernung von denselben angebracht werden.

Das Eisen kommt alsdann in das Magazin, wo es gewogen und in die verschiedenen Fächer oder Abtheilungen gebracht wird. — Es ist zweckmässig, wenn die Magazine den vollendenden Maschinen und Vorrichtungen so nahe, als möglich, liegen, allein man muss dieser Rücksicht keine Lage opfern, welche in Beziehung auf die Beaufsichtigung und auf die Bequemlichkeit der Beladung der Wagen oder Kähne nachtheilig seyn könnte.

Das Belegen der Hüttensohle mit gusseisernen Platten. — Für die Leichtigkeit des Transports und für die Reinlichkeit der Hütte ist es zweckmässig, wenn die ganze Sohle mit 10—12 Millim. starken gusseisernen Platten belegt ist. Da aber, wo das Gusseisen theuer ist, begnügt man sich damit, nur solche Stellen mit Platten zu belegen, die es durchaus erfordern; dahin gehören die Räume vor den Puddel- und Schweissöfen, auf einer Breite von 3—4 Meter; alle Wege, die man mit Luppen, Paketen oder mit fertigen Stäben zu durchlaufen hat; ferner die Räume vor und hinter den Walzwerken, auf eine Breite von 4 bis 5 Meter; die Umgebungen der Hämmer, Pressen, Scheeren, Waagen, Richtplatten etc.

Wenn man nicht Eisenbahnen herrichtet, um die Oefen mit den Walzwerken und diese mit den Magazinen zu verbinden, so muss man auch diese Wege, welche gewöhnlich mit den Materialien durchlaufen werden, mit Platten belegen, indem man dadurch den Transport erleichtert und beschleunigt.

Walzhüttengebäude. — Die grosse Wärmemenge, welche sich in den Walzhütten entwickelt, erfordert eine sehr lebhafte Lüftung, und man legt den Dachstuhl daher fast immer auf einfache Säulen von Mauerwerk, von Holz oder von Gusseisen und lässt die Hütte von allen Seiten ganz offen, mit Ausnahme einiger Puncte, welche

hauptsächlich von Wind und Regen getroffen werden, und die man daher mit Breterwänden versehen muss. Diese baulichen Einrichtungen findet man in England sehr allgemein verbreitet, wogegen man in Deutschland, Belgien und Frankreich den Hütten oft ein monumentales Ansehen zu geben gesucht hat. Alais und Decazeville (Taf. 83 und 84) befinden sich in diesem Falle; die Hütten sind mit Mauern umgeben, welche gewölbte Oeffnungen enthalten und welche weit gesprengte und hohe Dachstühle tragen.

Wir sind der Meinung, dass es am Wohlfeilsten und Zweckmässigsten ist, die Hütte mit Dachstühlen zu versehen, welche 12—15 Meter Sprengung und 5—6 Meter Höhe haben, und deren Spannriegel, 6—7 Meter über dem Boden, auf hölzernen, oder besser noch auf hohlen gusseisernen Säulen ruhen, welche zur Abführung des Wassers dienen können. Wenn die Seitenwände der Hütte geschlossen sind, so giebt man ihnen Luft und Licht durch das Dach, indem man die in Fig. 4 der weiter oben eingehefteten lithographirten Tafel angewendete, oder irgend eine andere Einrichtung annimmt, welche denselben Zweck erfüllt.

Die Eindeckung des Daches muss mit Ziegeln geschehen, welche im Allgemeinen wohlfeiler sind und eine stärkere Lüftung gestatten, als Schiefer.

In England ersetzt man die hölzernen Dachstühle oft durch eiserne, die ziemlich roh von Winkeleisen ausgeführt und mit Hohlziegeln bedeckt sind. Dadurch sichert man sich gegen Entzündungen, die übrigens in den mit Steinkohlen betriebenen Hütten sehr selten und weit häufiger in den mit Holzkohlen betriebenen sind, da sich bei diesen auf dem Gebälke Kohlenstaub anhäuft, welcher sehr leicht Feuer fängt.

Allgemeine Bemerkungen. — Die Einrichtungen, welche wir in Beziehung auf das Innere der Walzhütten angegeben haben, sind solche, wie sie sich ganz natürlich aus der Beschaffenheit des Hüttenbetriebes ableiten lassen, und denen man sich möglichst nähern muss. Jedoch giebt es nur sehr wenige Hütten, welche unter diesen Bedingungen angelegt worden sind; bei den meisten Anlagen der Art ist kein allgemeiner Plan befolgt worden; gewöhnlich hat man sie nach und nach vergrössert, je nachdem es die Bedürfnisse erforderten, und die alten Baue, welche man vergrösserte, haben stets einen grossen Einfluss darauf ausgeübt. — Daher rührt die grosse Verschiedenheit der Einrichtungen, welche man gewöhnlich bei den Hütten wahrnimmt.

Im Allgemeinen ist es selten, dass die Puddelhütte von der eigentlichen Walzhütte getrennt sey; gewöhnlich werden die verschiedenen Walzwerke, sowohl Streck- als Schlichtwalzwerke, von derselben Triebkraft, wie der Hammer oder die Pressen, bewegt. Hat eine Trennung stattgefunden, so liegen Hammer und Luppenwalzwerk gewöhnlich an einer und derselben Maschine.

Die Hütte von Alais (Taf. 83) bietet ein Beispiel von dieser letztern Einrichtung dar. Zu Creusot (Taf. 85) sind die Hämmer getrennt und die Walzwerke an einem Motoren vereinigt. Zu Abainville (Taf. 87) haben der Hammer und die Walzwerke besondere Motoren, allein die relativen Stellungen der verschiedenen Apparate entsprechen nicht gänzlich den angegebenen Bedingungen, indem diese Hütte erst nach und nach zu der Entwickelung gelangt ist, welche sie jetzt hat. Ihr bemerkenswerthester Character besteht in der Verbindung der Wasser- und der Dampfkraft, von denen es wenige so vollkommene Anwendungen giebt.

Die beiden Stabeisenhütten zu Decazeville (Taf. 84) werden durch die grosse Anzahl von Apparaten characterisirt, welche an denselben Motoren liegen; es ist eins

der vollständigsten und eins der schönsten Anwendungen von dem alten Constructionsprincipe.

Die Einrichtungen der andern Hütten nähern sich sämmtlich der erwähnten. Wir dehnen uns daher nicht weiter über diesen Gegenstand aus, indem unsere Bemerkungen ganz natürlich ihrer Erledigung in den Beschreibungen der Tafeln 83—92 finden, welche sehr viele Walzhütten jedweder Art zeigen; wir gehen daher zur Auseinandensetzung der Data über, welche sich auf die allgemeinen Einrichtungen der Eisenhütten beziehen.

Allgemeine Einrichtung der Hütten.

Indem wir uns mit der innern Einrichtung der Hütten beschäftigten, waren wir durchaus genöthigt, die Hämmer und die Walzhütten für sich zu untersuchen, weil die Beschaffenheit der Fabricationsapparate nothwendig grosse Verschiedenheiten in ihren relativen Anwendungen erfordert. Ganz anders ist es aber in dem vorliegenden Falle: — es mag eine Hütte aus Holzkohlen- oder aus Coakshohöfen bestehen, das Eisen mag im Heerde gefrischt oder gepuddelt, ausgeschmiedet oder gewalzt werden, so sind die Data, welche einen Hüttenbaumeister bei der Wahl der Baustelle, oder bei der Einrichtung der verschiedenen Werkstätten führen müssen, stets dieselben. In allen Fällen muss man ein und dasselbe Resultat zu erlangen streben: Ersparung an Transportkosten und Arbeitslöhnen; ein bequemer und rascher Betrieb; leichte Beaufsichtigung. Diese Ideenfolge muss der Bauunternehmer annehmen, indem der gute Erfolg gänzlich von der Ausführung dieser Ideen abhängt.

Wir beschränken uns demnach darauf, die allgemeinen Grundsätze anzugeben, welche bei der Anlage einer grossen Hütte, die aus mehrern Coakshohöfen und aus einer Walzhütte besteht, leiten müssen.

Hohöfen und Walzwerke.

Einrichtungen der Hütte. — Die verschiedenen Constructionen, welche das Ganze einer solchen Hütte bilden, können in drei Classen gereiht werden: die Hohöfen und ihre Nebentheile, die Stabeisenfabrik und die davon abhängenden Theile, endlich die zum allgemeinen Betriebe erforderlichen Constructionen.

Die erste Classe, welche aus den Oefen und ihren Nebentheilen besteht, umfasst:

1) Die Niederlagen für Steinkohlen, Erze und Zuschläge; die Coaks- und Röstöfen; die Erz- und die Schlackenpochwerke.

2) Die Hohöfen, ihre Gebäude; das Gebläse und seine Kessel; die Giesserei zum Umschmelzen des Roheisens.

3) Die Feineisenfeuer, welche durch dasselbe Gebläse wie die Hohöfen betrieben werden können.

Die Hohöfen und ihre Gebäude bilden natürlich den Mittelpunct von diesem Theile der Hütte. Gewöhnlich auf einer einzigen Linie aneinander gereiht, bilden die Giesshallen ein grosses Gebäude, welches sich vor der Front der Hohöfen ausdehnt. und in welchem auch die Giesserei ihren Platz findet. Mögen nun die Hohöfen in einer Ebene liegen, oder an einem Hügel angelehnt seyn, so ist es doch zweckmässig, dass die Material-Plätze und -Magazine an ihrem Hintertheile angebracht seyen. Einer-

seits bringt man die Brennmaterialräume und die Coaksöfen, andererseits die Erzplätze, die Röstöfen und den Platz für die Zuschläge an; man verbindet diese verschiedenen Puncte mit den Hohöfen, die entweder unmittelbar zu den Gichtöffnungen, oder zu dem Fusse der Gichtaufzüge führen.

Auch die Gebläse und ihre Kessel sind sehr häufig hinter den Hohöfen angebracht; in andern Fällen bringt man sie seitwärts an, aber im Allgemeinen muss man es immer so einrichten, dass vor dem Hüttengebäude ein freier Platz bleibe, indem er zur Aufbewahrung des Roheisens und der Schlacken und verschiedener anderer Materialien durchaus nothwendig ist.

Die Feineisenfeuer müssen als ein abhängiger Theil der Hohöfen betrachtet werden; es ist zweckmässig, dass sie ihnen so nahe, als möglich, liegen. In manchen Hütten sind sie in dem Hohofengebäude selbst angebracht; allein wenn das flüssige Roheisen ihnen nicht sogleich, wenn es aus dem Heerde kommt, zugeführt werden soll, so ist es zweckmässiger, sie mit einem besondern Gebäude, welches neben dem der Hohöfen liegt, zu versehen.

Die zweite Classe der Anlagen besteht aus der Stabeisenfabrik und ihren Nebentheilen und umfasst:

1) Die Plätze für die Steinkohlen und für den Sand zu den Flammöfen, für das Roheisen oder das Feineisen.

2) Die eigentliche Walzhütte mit ihren Oefen, Hämmern und Walzwerken.

3) Die Plätze für die Rohschienen und für die Abgänge; das Eisenmagazin und sein Bureau; die Schmieden zum Unterhalte der Gezähe, wie Brechstangen und Zangen; die Plätze für die Walzen und für die Walzendrehbank.

Die Walzwerksgebäude können parallel mit denen der Hohöfen liegen, und man bringt alsdann auf den grossen Raum, welcher die beiden Hütten trennt, die Steinkohlen- und Roheisenplätze, sowie das Becken, in welchem sich das Condensationswasser von den Maschinen vereinigt.

In andern Hüttenwerken liegen dagegen die Hohöfen und die Walzwerke auf einer Linie; für den Betrieb ist diese Einrichtung ebenso günstig, allein vielleicht weniger bequem für die Beaufsichtigung.

Das Walzwerksgebäude muss gross genug seyn, um die ganze Fabrication des Eisens und selbst das Magazin mit einem kleinen Bureau zu umfassen. — Dies Magazin liegt an dem einen Ende, damit es leicht zugänglich für die das Eisen aufladenden Wagen sey. Die Schmieden zur Reparatur der Gezähe und die Walzendrehbänke, befinden sich zweckmässiger in der Walzhütte selbst, als in der eigentlichen Reparatur-Werkstatt, welche sich mit ganz andern Arbeiten beschäftigt.

Die dritte Classe der Constructionen umfasst alle diejenigen Gebäude, welche sich auf den allgemeinen Hüttenbetrieb beziehen:

1) Die Unterhaltungs- und Reparaturwerkstätten, wie die Ziegelbrennerei und ihr Magazin, das Holzmagazin, die Zimmer- und die Wagnerwerkstatt, die Tischlerwerkstatt und das Modellmagazin; die Bohr- und die Zusammenarbeitungswerkstatt.

2) Die Magazine und Plätze für die Wechselstücke, sowohl für die Hohöfen, als auch für die Walzwerke; die Ramme zum Zerschlagen des Roheisens.

Das Metallmagazin für die Werkstätten, in welchen Kupfer und Messing, Blei, Zink, Stabeisen, Stahl, Feilen und Werkzeuge aufbewahrt werden. — Das für die Seile, Laufriemen, Unschlitt, Oel, Hanf etc. Die Spritzenremise nebst Zubehör.

Das Bureau zum Wägen der Materialien bei'm Eingange und bei'm Ausgange.

3) Die Remisen und Pferdeställe. — Das Rechnungs- und das Kassenbureau. — Die Wohnungen der Aufseher und des Portiers von dem Hüttenwerke.

Das Bureau des Directors.

Unter den Werkstätten zum Unterhalte und zu den Reparaturen müssen die Tischlerei, das Modellmagazin, sowie auch die Bohrwerkstatt dem Mittelpuncte der Hütte am Nächsten seyn; sie müssen zu gleicher Zeit in der Nähe der Giesserei und der Walzhütte liegen, damit die fortwährenden Beziehungen, welche zwischen diesen verschiedenen Puncten existiren, leicht und ohne Zeitverlust bewirkt werden können.

Die Ziegelei, die Zimmer- und die Wagnerwerkstatt können dagegen ohne irgend einen Nachtheil an den äussersten Grenzen des Werks liegen; ihre gänzlich speciellen Arbeiten erfordern übrigens viel Platz, welche nur schwierig an jedem andern Puncte zu finden ist, ohne der Einrichtung des Ganzen nachtheilig zu seyn. Es bezieht sich dies hauptsächlich auf die Ziegelei, welche man oft ausserhalb der Hütte anlegt.

Der Platz für die Wechselstücke, das Magazin für die Metalle und andere Materialien, die gewöhnlich gebraucht werden, und die Spritzenremise müssen in der Nähe der hauptsächlichsten Werkstätten liegen.

Das Wägebureau für die Materialien befindet sich natürlich auf dem Wege, den die Wagen bei ihrem Eingange und bei ihrem Ausgange verfolgen.

Die Wohnungen der Wächter und der Portiers liegen am Eingange und am Ausgange; man kann dort auch die Remisen und die Pferdeställe anbringen. — Das Rechnungs- und das Directorialbureau bilden gewöhnlich ein isolirtes Gebäude, in der Nähe des Einganges, und so eingerichtet, um das Ganze des Werks zu beherrschen.

Alle die erwähnten Gebäude (erster, zweiter und dritter Classe) müssen soviel, als möglich, von einer und derselben Mauer umschlossen seyn; es ist dies eine wichtige Bedingung zur Erhaltung der Disciplin und der Ordnung. Die Anzahl der Eingänge und der Ausgänge muss auch auf die Bedürfnisse der verschiedenen Dienste beschränkt bleiben; jeder hat einen Portier, der alle Bewegungen des Eintritts und des Ausganges bewachen muss, und welcher nur demjenigen den Eintritt gestattet, dem er gesetzlich erlaubt ist. Gewöhnlich müssen sie auch die Zeit mit einer Glocke bestimmen, zu welcher die Arbeit aufhört und wieder beginnt.

Sowie schon bemerkt, ist es stets vortheilhaft, die Hohöfen an einen Hügel anzulehnen, so dass die Materialplätze, die Coaksöfen, die Röstöfen etc. in der Höhe der Gichtöffnung selbst angebracht werden können. — Die andern Theile der Hütte dagegen müssen, wo möglich, in gleicher Sohle mit der Giesshütte angelegt werden; der Transport aus einer Werkstatt in die andere kann alsdann sehr leicht mittelst der kleinen Eisenbahnen, von denen wir redeten, bewirkt werden.

Legt man eine Hütte in der Nähe einer grossen Eisenbahn oder eines Canals an, so muss ganz natürlich das Niveau der Bahn oder des Canals das der Hütte reguliren. Unter den gewöhnlichen Umständen ist es der höchste Stand des nächsten Gewässers, oder die Lage des Bodens, oder seine Beschaffenheit, welche die Frage entscheiden.

Aeussere Einrichtungen. — In den meisten Hütten und hauptsächlich in denen, welche von den Dörfern entfernt liegen, muss man den Arbeitern und ihren Familien Wohnungen geben.

Die Arbeiter-Kasernen müssen nie innerhalb der Ringmauern eines Werks liegen, indem daraus sehr nachtheilige Unordnungen entstehen können; allein sie müssen

auch nie so weit von der Hütte entfernt seyn, dass durch diese Entfernuug der Dienst leiden könnte.

Es ist zweckmässig, jeder Familie zwei Zimmer zu geben, die zusammen eine Oberfläche von ohngefähr 50 Quadratmetern bilden; ausserdem einen Kellerraum von 5—6 Quadratmetern. Die Gebäude sind gewöhnlich nur einstöckig, und nur dann, wenn es an Raum fehlt, macht man sie mehrstöckig. Die wohlfeilste Einrichtung in diesem Falle besteht darin, jede innere Treppe wegfallen zu lassen und auf der ganzen Länge der Façade und im Niveau des Stockwerks eine äussere Galerie anzubringen, welche auf gusseisernen Consolen ruht, und auf welche sich alle Thüren des obern Stocks öffnen. Man gelangt zu der 1 bis 1,3 Meter breiten Galerie durch äussere Treppen, welche 30 bis 40 Meter voneinander entfernt liegen.

Auf vielen Hüttenwerken gewährt man jedem Arbeiter einen Gartentheil, den er nach Belieben bearbeiten kann. Ueberhaupt muss man die Arbeiter an die Hütte zu fesseln suchen und ihnen alles gewähren, was zu ihrem Wohlseyn dienen kann, wenn es nicht mit zu grossen Kosten verbunden ist.

Die Beamten werden ebenfalls in Gebäuden logirt, welche von der Hütte abhängen; die Beschaffenheit der Wohnungen, welche man ihnen gewährt, hängen von der Wichtigkeit ihrer Stellung und von der Anzahl ihrer Familienglieder ab.

Von den Wohnungen der Directoren oder Administratoren des Werks reden wir nicht, da es ausserhalb unseres Gegenstandes liegt.

Sowohl die Hütten für die Roheisen- als auch für die Stabeisenerzeugung geben täglich eine bedeutende Menge von Schlacken, mit denen man oft das umliegende Terrain ebnet und die Wege unterhält. Hat man aber diesen Ausweg nicht, so muss man sie in Halden aufstürzen, welche bald sehr lästig werden, wenn man dazu nicht von vorn herein einen bedeutenden Platz bestimmt hat.

Die Schlackenhalden bilden in einigen Hüttendistricten Englands wirkliche Gebirge, welche höher als die Hohöfen sind, und auf welche man das Material mittelst geneigter Ebenen und durch Dampfmaschinen hinaufschafft. Dies veranlasst bedeutende Kosten, und man muss, ehe man ein solches Verfahren als eine Nothwendigkeit annimmt, sich bemühen, die Schlacken auf irgend eine andere und nützliche Weise anzuwenden. Ausser der Ausfüllung niedriger Theile, der Unterhaltung der Strassen, kann man auch, wie wir schon im 3. Bande dieses Werkes bemerkten, Steine daraus giessen, welche zum Aufführen von Wänden, namentlich von Scheidewänden, sehr gut benutzt werden können. Wir halten uns nicht weiter bei diesem Puncte auf, indem es hinreicht, die Hüttenadministratoren darauf aufmerksam gemacht zu haben.

Verbindungswege. — Die Beschaffenheit der Verbindungswege ist einer von denjenigen Puncten, welche den grössten Einfluss auf das Gedeihen einer Hütte haben. Wirklich giebt es keinen Industriezweig, bei welchem die zu transportirende Masse so bedeutend ist, als beim Eisenhüttenwesen. Ein Coakshohofen verbraucht zu einer Tonne Roheisen ohngefähr 8 Tonnen Material, an Erzen, Steinkohlen und Zuschlag; demnach erfordert jede Tonne Stabeisen, welche aus 1400 Kilogr. Roheisen dargestellt worden ist, den Transport von 11 Tonnen Materialien, ohne das Holz, den Sand, die Ziegelsteine etc. zu rechnen, welche zum Unterhalte der Apparate gehören. Ausserdem muss hier auch noch die Hinwegschaffung der Schlacken und der Transport der Producte selbst berücksichtigt werden.

Diese Bemerkung giebt einen Begriff von der ausserordentlichen Wichtigkeit, welche mit den Transportmitteln verbunden ist, von der Sorgfalt, mit welcher man die günstigsten Localitäten in dieser Beziehung aufsuchen muss, wenn es sich darum handelt, die Lage einer Hütte zu bestimmen, sowie von den Vortheilen, welche es haben muss, besondere Verbindungswege zu schaffen, wenn sie noch nicht vorhanden sind.

In der Nachbarschaft von Canälen oder von regelmässig schiffbaren Flüssen finden die Hütten ihre günstigste Stellung, weil dies diejenigen Verbindungswege sind, welche sich am Wohlfeilsten zum Transporte schwerer und viel Platz erfordernder Materialien, wie Erze, Kohlen, Zuschläge, Roheisen etc. anwenden lassen. Der Transport auf Eisenbahnen mit grosser Geschwindigkeit ist nur auf die Producte selbst anwendbar; die mit geringer Geschwindigkeit nähern sich in Beziehung auf die Haushaltsbedingungen den Canälen.

Wenn Canäle und Eisenbahnen fehlen, und wenn die Quellen der Hütte ihr nicht selbst gestatten, sich Wege zu schaffen, um sich mit den grossen Pulsadern des allgemeinen Verkehrs in Verbindung zu setzen, so muss sie der Verbesserung ihrer Wege alle Anstrengungen widmen. Dennoch ist ihre Lage in diesem Falle nur dann gut, wenn sie nur in geringer Entfernung von den Erz- und Steinkohlenlagerstätten, sowie von den Verbrauchsorten, liegt, indem der Transport zur Achse stets sehr kostbar ist. Es müssen jedoch auch in dieser Beziehung die obigen Andeutungen genügen.

V e r w a l t u n g d e r H ü t t e n. — Die Lage der Hütten und ihre allgemeinen Einrichtungen sind Elemente, welche den grössten Einfluss auf ihr Gedeihen ausüben; allein sie können nur durch eine thätige und intelligente Verwaltung Werth erlangen.

Die Verwaltung grosser Hütten ist gewöhnlich einem technischen Director anvertraut, der unter dem Einflusse eines Directorialrathes steht, welcher bei Privatwerken aus den Hauptinteressenten oder Besitzern zusammen eingesetzt ist und bei landesherrlichen Hütten eine besondere oder eine allgemeinere technische Behörde bildet. Die Functionen eines technischen Directors beziehen sich auf alle Interessen der Unternehmung; er ist verantwortlich für die Herbeischaffung der Materialien, für den Betrieb, für den Verkauf und für das Rechnungs- und Kassenwesen.

Die verschiedenen Betriebszweige sind besondern Beamten übergeben; die verschiedenen Abtheilungen sind gewöhnlich folgende; 1) die Steinkohlengruben oder die Forsten; 2) die Eisenerzgruben; 3) der Hohofenbetrieb; 4) die Stabeisenfabrication; 5) die Maschinenbauwerkstätten; 6) das Factoreiwesen, d. h. das Rechnungs- und Kassenwesen.

Der erste Beamte einer jeden Abtheilung ist für die Ausführung der Befehle, welche er von dem Director erhält, verantwortlich; er leitet die Beamten und die Arbeiter, welche das Personal seiner verschiedenen Dienstzweige bilden, und er führt eine Specialrechnung, die er zu gewissen bestimmten Zeiten, nebst allen Belegstücken, dem Chef des Rechnungswesens vorlegen muss.

Die Anordnungen, welche der Director den Abtheilungsdirigenten zu machen hat, werden in ein besonderes Buch eingeschrieben, und täglich muss ein jeder von ihnen dem Director einen Betriebsbericht nebst Angabe der Maassregeln, welche er für zweckmässig erachtet, einreichen. — Diese Theilung der Arbeit, in Verbindung mit der Verantwortlichkeit, welche auf einem jeden Abtheilungsdirigenten ruht, ist für eine gute Leitung des Betriebes und für die Ordnung der Hütte ausserordentlich vortheilhaft.

Hat man intelligente und brauchbare Menschen, zieht man sie in das Interesse des Unternehmens, so kann es gar nicht fehlen, dass dasselbe gedeihen muss.

Wir gehen hier nicht weiter in Details über die Betriebsverwaltung und das Rechnungswesen der Hütten ein, sondern wir beschränken uns darauf, das bereits über die allgemeine Einrichtung der Hütten Gesagte durch die Beschreibung einiger grossen Etablissements zu vervollständigen.

Beschreibungen von Hütten. — Unter den verschiedenen Hütten, von denen wir die allgemeinen Pläne mittheilen, ist die von Alais (Taf. 93) die merkwürdigste in Beziehung auf ihre regelmässigen Anlagen.

Die Hohöfen, ihrer Zahl nach sechs, sind an einen Hügel gelehnt, auf welchem ein grosser Platz zur Aufschüttung der Materialien vorgerichtet ist. Die Röstöfen sind hinter den Hohöfen angebracht und so gestellt, dass die Erze unmittelbar zu den Gichtöffnungen gebracht werden können. Die Erzplätze liegen ihrerseits im Niveau der Gichtöffnungen von den Röstöfen.

Die Oeffnung des Steinkohlenförderschachtes liegt im Niveau der Gichtöffnung, und die Coaksöfen sind links und rechts von den Hohöfen angebracht.

Unten links von den Hohöfen steht das Gebläse, seine Kessel und die Ziegelei; rechts befinden sich die Feineisenfeuer. Drei Gebäude vor den Hohöfen, zum Abstiche des Roheisens und zum Umschmelzen desselben behufs der Giesserei, sind vor den Hohöfen angebracht.

Das Walzhüttengebäude, welches umfasst: in der Mitte die Walzwerke und ihre Maschinen, rechts die Puddelöfen, links das Eisenmagazin und die Bureaus, liegt der Linie der Hohöfen parallel.

In dem grossen Raume, welcher die beiden Hütten trennt, liegen: in der Mitte, das Becken zur Speisung der Maschinen und die Wägecomptoire; links und rechts die Tischler- und die Zimmerwerkstätte, sowie die Räume zum Zusammenarbeiten von Maschinen, die Niederlage für Wechselstücke, für Roheisen, Steinkohlen etc.

Diese Einrichtung weicht wenig von den theoretischen Angaben ab, welche wir weiter oben mitgetheilt haben, und in dieser Beziehung können sie als ein Muster angesehen werden, dem man sich möglichst zu nähern hat.

Unglücklicherweise eignen sich die örtlichen Verhältnisse nicht immer zur Ausführung dieser Data, und die Hütte von Alais ist selbst in diesem Falle, wegen der Abänderungen, die der ursprüngliche Plan, den wir hier mittheilen, während des Baues erleiden musste, sowie auch die Folge der Abänderungen, welche in Beziehung auf die Versorgung der Hütte mit Steinkohlen und Erzen gemacht werden mussten.

Anfänglich hoffte man, dass diese Materialien ausschliesslich aus dem Gebirge gewonnen werden würden, an welchem die Hohöfen liegen, während man später einen wesentlichen Vortheil bei einem andern Verfahren fand. Die Coaks, z. B., kommen schon fertig aus den Steinkohlengruben der Grand-Combe auf einer Eisenbahn, welche den Hüttenhof durchschneidet. — Diese Thatsache ist ein Beweis, mit welch' ängstlicher Sorgfalt man vor allen Dingen die Puncte bestimmen muss, von denen die Materialförderung folgen wird, ehe man den Bauplan zu der Hütte selbst macht.

Die Hütte zu Decazeville (Taf. 94) scheint für jetzt die bedeutendste in Frankreich, in Beziehung auf ihr Productionsquantum, zu seyn. Sie besteht aus 6 Hohöfen und aus 2 grossen Walzhütten, die in einer Linie liegen und sich an einen Berg anlehnen.

Inhaltsverzeichniss

des systematischen Textes vom vierten Theile.

Seite

Vorwort des Bearbeiters zu dem vorliegenden Theile und Nachwort zu der gangen Arbeit III
Die Stabeisenfabrication 3
Erstes Kapitel. Die Heerdfrischarbeit 4
Betriebselemente —
Roheisen —
Vorbereitung des Roheisens zum Verfrischen . . 6
Uebersicht der verschiedenen Heerdfrischmethoden . 9
I. Verfrischen mit einmaligem Einschmelzen . . 10
II. Verfrischen mit zweimaligem Einschmelzen des Eisens —
Von dem Brennmaterial 11
Von dem Kalke, dem Kiesel und den Schlacken . —
Von der Windführung 12
Von den Frischfeuern 13
Von der Frischarbeit bei der deutschen Frischmethode 17
Die Wallonenschmiede 30
Die Löschfeuerschmiede 31
Die Steyersche Einmalfrischschmiede 33
Die Siegensche Einmalschmelzarbeit 34
Die Oesemundschmiede 35
Die Bratfrischschmiede 36
Die Mügla- oder die Brockenschmiede . . . —
Die Brechschmiede 37
Der Sinterprocess —
Die Hart- und Weichzerrennschmiede 38
Die Kartitschschmiede 40
Die Läuterfrischschmiede —
Die Südwalliser Frischarbeit 41
Zweites Kapitel. Verbesserungen und Vervollkommnungen bei den Frischfeuern 43
Bedeckte Frischfeuer —
Bedeckte Frischfeuer mit Glühöfen 44
Frischfeuer mit zwei und mit drei Formen . . 47
Heerdfrischen mit erhitzter Gebläseluft . . . 48
Wirkung der erhitzten Luft —

Seite

Lufterhitzungsapparate 50
Verfrischen mit unverkohltem Holze . . . 51
Lufttrockenes Holz im Gemenge mit Kohlen . . 52
Holz ohne Zusatz —
Getrocknetes Holz im Gemenge 54
Anwendung von Torf 55
Folgerungen —
Drittes Kapitel. Von der Frischarbeit in Flammöfen (Englische Methode) 57
Das Feinen des Roheisens oder die Darstellung des Weisseisens 58
Feineisenheerde —
Das Feinen in den Weissöfen 64
Der Puddelprocess 68
Materialien —
Die Puddelöfen 72
Puddelarbeit 75
Puddelprocess mit Holz 87
Puddelprocess mit Torf 89
Puddelprocess mit Gasen —
Benutzung der aus den Puddel- und Schweissöfen entweichenden Hitze 97
Zweite Abtheilung. Der mechanische Theil der Stabeisenfabrication . . 100
Viertes Kapitel. Stabeisenfabrication mit dem Hammer —
Mit Holz gefrischtes und mit Hämmern ausgestrecktes Eisen —
Aufwerfhämmer 101
Schwanzhämmer 106
Verfahren bei der Schmiedearbeit 108
Production und Materialverbrauch 113
Mit dem Reckhammer ausgeschmiedete Eisensorten 117
Gepuddeltes und unter dem Hammer ausgerecktes Eisen (Gemischte oder Champagneser Methode) 118
Mit dem Hammer gegerbtes oder zusammengeschweisstes Eisen 120

*

Seite
Angewendete Apparate 120
Verfahren bei dem Schweissen und Ausschmieden 126
Fünftes Kapitel. Die Stabeisenfabrication mittelst Walzwerken (Englische Methode) . . . 131
Von den Apparaten im Allgemeinen —
Schweissöfen —
Stirnhämmer 133
Quetschwerke 134
Walzwerke 135
Scheeren 138
Abrichtplatten 140
Bearbeitung des Eisens aus dem Groben —
Luppen- oder Puddelwalzwerk 141
Betrieb des Puddelwalzwerks 147
Das Ausschweissen 150
Vollendung des Eisens mit dem Grobeisenwalzwerke 153
Grobeisenwalzwerk —
Betrieb 161
Fabrication feiner Eisensorten mittelst des Feineisenwalzwerks 166
Feineisenwalzwerk 167
Betrieb 169
Anwendung von Paketen 170
Anwendung von Kolben und Platinen . . . 171
Classificirung des Walzeisens 172
Erste Reihe. — Mit Holz gefrischtes Eisen . . 174
Zweite Reihe. — Gemenge von gefrischtem und gepuddeltem Eisen 175
Sechstes Kapitel. Besondere Fabricationen . . 180
Zugutemachung der Stabeisenabgänge und des alten Eisens —
Zugutemachung des Brucheisens in Paketen . . 182
Schneidwerke 184
Angewendete Apparate —
Betrieb des Schneidwerks 188
Fabrication des Seileisens oder Drahteisens . . 190
Angewendete Apparate —
Betrieb 195
Blechfabrication 197
Angewendete Apparate 198
Leitung des Betriebes 203
Fabrication der Eisenbahnschienen 209
Angewendete Apparate 210
Führung des Betriebes 214
Tabelle über den Widerstand der Schienen . . 219
Widerstand der Schienen —
Spurkranzeisen, Winkeleisen etc. 220
Eiserne Röhren 222
Angewendete Apparate 224
Leitung der Arbeit 227
Stahlfabrication 230
I. Schmelzstahlbereitung 238
A. Unmittelbar aus den Erzen 238
B. Aus Roheisen 239
Raffiniren oder Gerben des Stahls . . . 258
II. Brennstahlbereitung 260
Productionskosten von 100 Kil. rohem Cementstahl 281
III. Gussstahlbereitung 282
Tafel über die Fabricationskosten des Gussstahls in Yorkshire 302
Härten des Stahls 303
Damascirter Stahl 311
Die in den Eisenhütten angewendeten Maschinen.
Allgemeine Anlage und Einrichtung der Eisenhütten 314
Erstes Kapitel. Triebkräfte —
Hydraulische Motoren oder Wasserräder . . . 315
Wasserkraft 316
Tabelle über die verschiedenen Geschwindigkeiten entsprechenden Höhen, die einen und die andern in Metern ausgedrückt 320
Vorrichtungen, welche sich auf die Benutzung der Wassergefälle beziehen 323
Grundsätze der Construction 328
Wassergräben oder Wasserleitungen . . . 338
Tabelle über das Material zu einer gusseisernen Leitung 342
Theorie der Wasserräder 343
Construction der Wasserräder 359
Tabelle über die Zapfendurchmesser der Wasserräder 364
Kosten der hydraulischen Motoren . . . 369
Dampfkraft 372
Eigenschaften des Dampfes 373
Tabelle über das Gewicht und die Geschwindigkeiten des Dampfes, welcher unter verschiedenem Druck in die Atmosphäre ausströmt 376
Tabelle über den in ein Mittel bei einem weit geringern Druck ausströmenden Dampf —
Dampfkessel 377
Tabelle über die Metallstärke der Kessel, sowohl für Eisen- als Kupferblech 380
Tabelle über die Dimensionen der Dampfmaschinenheerde in England 384
Art und Weise der Benutzung des Dampfes . . 388
Tabelle über Temperaturen, Gewichte und Volumina des Dampfes, bei verschiedenem Drucke . 390
Tabelle über den Effect eines Kilogramms Dampf, in Kilogrammmetern, ohne Condensation und Expansion 392
Tabelle über den Effect eines Kilogramms Dampf in Kilogrammmetern, mit Condensation, aber ohne Expansion 393
Tabelle, welche das Calcul des Effects von dem Dampfe bei verschiedenen Expansionen enthält . . 395
Tabelle über den Nutzeffect von einem Kilogramm Dampf in Kilogrammmetern mit Expansion und Condensation, die Spannung im Condensator zu $\frac{1}{8}$ Atmosphäre angenommen 397

Seite
Berechnung der Dampfmaschinen 398
Tabelle über die Ausströmungsgeschwindigkeiten von einem Gemenge von Wasser u. Dampf in der Luft 405
Einrichtung der Dampfmaschinen 406
Anlagekosten 408
Zweites Kapitel. Bewegungsmittheilungen . . 412
Apparate und Gezähe —
Bewegungsmittheilungen —
Kurbel, Balanciers, Lenkstangen, Excentriken und Daumenringe 414
Räderwerk, Zahnstangen und Riemenscheiben . 417
Dimensionen der Zähne und der Arme der Zahnräder (Mitte der Arme) 420
Tabelle über die Spannung der Laufriemen . . 422
Aus- und Einrückungen, Bremsen, Regulatoren und Schwungräder 423
Wellen, Zapfenlager und Fundamente . . . 433
Tabelle über die Durchmesser in Millim. der schmiedeeisernen Zapfen von Wellen, welche Bewegung mittheilen und welche in der Nähe der Triebkraft befindlich sind 433
Seite
Tabelle über die Durchmesser in Millimetern der gusseisernen Zapfen von Wellen, welche Bewegung mittheilen und welche in der Nähe der Triebkraft befindlich sind 434
Tabelle über die Reibung der sich in ihren Pfannen bewegenden Zapfen 438
Allgemeine Einrichtungen und Aufstellung der Bewegungsmittheilungen 442
Von den Nebenapparaten, welche in den Hütten angewendet werden 446
Pumpen und Wasserbehälter 447
Werkzeuge zu Reparaturen 448
Werkzeuge zum Aufstellen der Maschinen . . 450
Transport im Innern der Hütten 453
Drittes Kapitel. Allgemeine Einrichtung der Hütten 455
Innere Einrichtung der Stabeisenhütten . . . —
Hammerhütten —
Walzhütten 457
Allgemeine Einrichtung der Hütten 461
Hohöfen und Walzwerke —

Inhaltsverzeichniss

des erklärenden Textes.

Seite
Tafel 36. Weissöfen 3
— 37. Benutzung der aus den Frischfeuern entweichenden Wärme 5
— 38. Lufterhitzungsapparate bei Frischfeuern . 6
— 39. Feineisenfeuer 8
— 40. Puddelöfen 9
— 41. Schweissofen. — Essen. — Gaspuddelofen 10
— 42. Gaspuddelofen 11
— 43. Puddelöfen und Schweissöfen, die mit Gas, Holz und Torf gefeuert werden; Benutzung der aus den Puddel- und Schweissöfen entweichenden Hitze 12
— 44. Benutzung der aus den Schweiss- und Puddelöfen entweichenden Wärme . . . 17
— 45. Aufwerfhammer 20
— 46. Schwanzhämmer 21
— 47. Aufwerfhammer, bei welchem die Hebedaumen unten angreifen 23
— 48. Schwanzhammer 24
Seite
Tafel 49. Schwanzhammer 25
— 50. Stempelhammer 28
— 51. Selbstwirkender Dampfhammer . . . 30
— 52. Stirnhammer 37
— 53. Quetschmaschinen 38
— 54. Scheere für grobe Eisensorten . . . 39
— 55. Grosse Scheere mit Schwanz oder gebogenem Schenkel 40
— 56. Verschiedene Scheeren 41
— 57. Luppen- oder Puddelwalzwerk . . . 42
— 58. Puddelwalzwerk (einzelne Theile) . . 43
— 59. Stab- oder Grobeisenwalzwerk . . . 44
— 60. Grobeisenwalzwerk (einzelne Theile) . . 45
— 61. Feineisenwalzwerk 46
— 62. Feineisenwalzen 48
— 63. Fabrication des feinen Rundeisens . . 49
— 64. Schneidwerk 50
— 65. Blechglühöfen 52
— 66. Blechwalzwerk —

		Seite
Tafel 67.	Eisenbahnschienenfabrication	53
— 68.	Eisenbahnschienenfabrication	54
— 69.	Schienenfabrication	56
— 70.	Eisen von eigenthümlichen Formen	58
— 71.	Fabrication eiserner Röhren	—
— 72.	Stahlheerde und Stahlöfen	60
— 73.	Stahlcementiröfen	63
— 74.	Wasserräder	66
— 75.	Wasserräder	67
— 76.	Dampfmaschinen	68
— 77.	Dampfmaschinen	69
— 78.	Zahnräder und Zapfenlager	—
— 79.	Schwungräder und Zahnräder	70
— 80.	Pumpen und Wasserbehälter. — Winden	71
— 81.	Walzendrehbank	73
— 82.	Einzelne Theile der Walzendrehbänke	—
Tafel 83.	Hütte zu Alais	74
— 84.	Walzwerkshütte zu Decazeville	—
— 85.	Walzhütte zu Creusot	76
— 86.	Hütte zu Vierzon	77
— 87.	Hütte zu Abainville im franz. Maas-Departement	73
— 88.	Eisen-, Flammenofenfrisch- und Walzwerkshütte zu Königshütte in Oberschlesien	80
— 89.	Walzhütten zu Jamaille und Moyeuvre, welche zu der Hütte von Hayange gehören	81
— 90.	Belgische Hütten	82
— 91.	Belgische Hütten	84
— 92.	Bewegungsmittheilungen für Walzwerke	92
— 93.	Hütte zu Alais	94
— 94.	Hütte zu Decazeville	95
— 95 u. 96.	Hütte zu Creusot	—

Die Coaksöfen liegen hinter den Hohöfen; die hauptsächlichsten Nebengebäude, Magazine und Werkstätten liegen, der Walzhütte gegenüber, an einem grossen Wasserbehälter. Die Ziegelei, die Modellwerkstätten, die Arbeiterkasernen, das Verwaltungsgebäude etc. liegen ausserhalb des Hüttenhofes.

Die Einrichtungen dieser Hütte, die jährlich etwa 18—20000 Tonnen Eisen produciren kann, lassen nichts zu wünschen übrig.

Die Hütte zu Creusot (Doppeltaf. 95 u. 96) ist eine von den grössten Hüttenanlagen in Frankreich. Sie besteht aus 4 Hohöfen, aus einer Walzhütte, aus einer grossen Maschinenbauwerkstatt und aus vielen Nebenbestandtheilen. Die successiven Vergrösserungen, welche Creusot seine jetzige Wichtigkeit gegeben haben, waren die Veranlassung, dass man die Regelmässigkeit der Anlagen aufgeben musste, die man natürlich bei allen grossen Anlagen dieser Art zu erlangen sucht. Wenn aber auch die Hütte in dieser Beziehung nicht als Modell genommen werden kann, so muss sie doch als eine von denjenigen angesehen werden, bei denen die Fortschritte der Kunst stets mit allem Eifer verfolgt worden sind.

Die Hohöfen, hinter denen die Röstöfen, die Vercoakungsöfen angebracht worden sind, haben zur Rechten und Linken die Giesserei, die Maschinenbau- und die Werkstätten für die Aufstellung der Maschinen und für die Anfertigung des Dampfkessel.

Weiterhin liegen: rechts die Walzhütte und deren Nebentheile, links die Zimmer- und die Wagnerwerkstätten etc., in der Mitte die Bureaus und die Verwaltungsgebäude.

Die verschiedenen Theile dieses grossen Ganzen sind durch Eisenbahnen miteinander verbunden, welche auf den benachbarten Steinkohlenförderungspuncten auslaufen. Die Hütte verbraucht unter andern viele Kohlen aus den Bergwerken von Montchanin, mit denen sie durch eine Eisenbahn verbunden ist, welche an dem Canale du Centre endigt.

Diese Lage gewährt Creusot Vortheile, welche ihre Zukunft sichern.

Wir sind nunmehr zu dem Ende unseres Werks gelangt, welches ohnstreitig das vollständigste, jetzt vorhandene über Eisenhüttenwesen ist!

Zu verbessernde wesentliche Druckfehler:

Im systematischen Text.

Seite 9, Zeile 32 von oben liess Finery statt Finerg.
- 177, - 31 - - - nervig - narbig.
- 193 in der Tabelle, die beiden ersten Zeilen, spitzbogig statt spitzbohrig.

Im erklärenden Texte.

Seite 4, Zeile 25 von oben, liess Gasofen statt Glasofen.

Practische

Eisenhüttenkunde.

Vierten Theils

Erklärender Text.

Beschreibung der sich auf die Stabeisen- und Stahlfabrication beziehenden Tafeln.

Taf. 36.

Weissöfen.

Weissofen zur Entkohlung des Roheisens zu Königsbronn im Würtembergischen, welcher mit Torf gefeuert wird. — Die Figg. 1 u. 2 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter), stellen in einem horizontalen und senkrechten Durchschnitt einen zur theilweisen Entkohlung des Roheisens angewendeten, mit Torf gefeuerten Flammofen dar. Es geschieht diess mit Hülfe eines Stromes erhitzter Luft und bei einem Zuschlage von gepochten Schlacken und Bohnerzen. An beiden Figuren bezeichnen:

a, Canal zum Einschüren des Torfs;

b, Rost;

c, Feuerbrücke;

d, Heerd;

e, e', Form, durch welche die erhitzte Gebläseluft auf das flüssige Roheisen geführt wird;

f, f', gusseiserne Canäle, die an der Feuerbrücke und am Fuchs durch den Ofen gehen und an beiden Enden offen sind; es strömt die warme Luft hindurch, und es werden daher die Feuerbrücke und der Fuchs abgekühlt;

g, Fuchs;

h, Esse;

Figg. 3, 4, 5. **Weissofen zu Neu-Joachimsthal in Böhmen, der mit Hochofengas gefeuert wird.**

Fig. 3 ist ein senkrechter Durchschnitt des Ofens;

Fig. 4 ein Grundriss und

Fig. 5, eine Ansicht des Mengungsapparates nach grösserem Maassstabe.

a ist ein vierseitiger gusseiserner Kasten, in welchen die Gase ein- und durch eine breite Oeffnung *g* wieder ausströmen.

k, 7 Düsen, durch welche ein verdichteter erhitzter Luftstrom in die Gase eingetrieben wird.

1*

d, liegende Röhrenleitung in der Esse des Weissofens, in welcher sich der Gebläsewind erhitzt. Er strömt durch die Röhre *e* in den halbcylindrischen Kasten *b*, welcher nach vorn mit den 7 gusseisernen oder blechernen Düsen *k* versehen ist, deren Oeffnungen 6 Centimeter über den Kasten *a* hinausragen, und welche der grössten Neigungslinie der Feuerbrücke, welche 3° 35' beträgt, parallel sind.

l, Ofenheerd.

m, Fuchs, der sehr eng ist.

n, n, zwei, 80—40 Centimeter voneinander entfernte, nur wenig in den Ofen hineinragende eiserne Formen, in denen kupferne Düsen stecken, deren Oeffnungen 11,4 Millimeter weit sind und 2—5 Centimeter über dem Eisen sich befinden; sie sind geneigt und convergiren nach dem Mittelpuncte des Heerdes zu.

Figg. 6 u. 7. Mit Hochofengasen gefeuerter Weissofen zu Wasseralfingen im Würtembergischen.

Fig. 6, senkrechter Durchschnitt;

Fig. 7 Grundriss.

Dieser Ofen hat im Allgemeinen dieselbe Einrichtung, wie der vorhergehende. Nur der Lufterhitzungsapparat hat eine etwas andere Einrichtung. Er besteht aus einem vierseitigen, nur 17 Centimeter über dem Fuchse stehenden eisernen Kasten; die Luft bestreicht alle vier Wände und tritt dann aus dem obern Theile des Kastens durch eine Röhre aus, welche längs dem Ofengewölbe eingemauert ist, wo die Hitze des Windes noch gesteigert wird, so dass sie 3- bis 400° erreicht.

Unter dem Lufterhitzungsapparate befindet sich, dem Fuchse gegenüber, in der Essenmauer eine durch eine Blechthür verschlossene Oeffnung, in welcher man das einzuschmelzende Roheisen vorwärmt.

Fig. 8—13, Glasweissofen zu Königshütte in Oberschlesien (Maassstab von 0,015 Meter auf das Meter).

Fig. 8, Längenaufriss;

Fig. 9, Aufriss von Hinten;

Fig. 10, Grundriss;

Fig. 11, Längendurchschnitt nach *AB* des Grundrisses;

Fig. 12, Querdurchschnitt nach *CD* des Grundrisses;

Fig. 15, Durchschnitt nach *EF* des Grundrisses.

d, Röhre, welche die erhitzte Luft aus dem Erhitzungsapparate des nächsten Hochofens dem Cylinder *T* zuführt, wo sie sich verzweigt.

Ein Theil von dieser Luft strömt mittelst der Canäle *c, c, c* in einen Kasten von starkem Blech *b*, aus welchem sie durch die beiden Formen *d, d* in den Gasgenerator *a* geführt wird.

Der andere Theil gelangt durch die Röhre *f* in den Cylinder *g*, aus dem er sich mittelst der Röhre *i* in den blechernen Kasten *k* begiebt, aus welchem er in Gestalt einer stechenden Schicht in den Weissofen *m* gelangt.

Die Formen *l, l'*, welche das Feinen des Roheisens beschleunigen, sind mittelst fester Muffe auf dem Cylinder *g* angebracht. Mittelst Hähnen, die an den Röhren *c, c, c,* sowie an den drei Muffen, welche den Cylinder *g, g* mit den Röhren *i, l, l'* verbinden, vorhanden sind, ist man im Stande, das Einströmen der Luft in den Gasgenerator, sowie in den Weissofen, nach Belieben zu verändern.

Ein Hülfsrost *h* hat den Zweck, die Luft in dem Cylinder *g*, ehe sie in den Weissofen strömt, noch mehr zu erhitzen.

e, untere Oeffnung an dem Generator, die während des Betriebes mit einer Ziegelsteinmauer verschlossen ist, und welche man einmal wöchentlich, gewöhnlich des Sonntags, wenn der Ofen ausser Betriebe ist, wegnimmt, um die inneren Ofenwände zu reinigen, und um die Schlacken, welche an demselben anhängen, wegzunehmen.

x ist die Thür, durch welche das Brennmaterial in den Generator gebracht, und die mit einer gusseisernen Platte *y* verschlossen wird.

r ist der Fuchs, durch welchen die verbrannten Gase in die Esse *H* ziehen.

V ist der Cylinder oder der Canal, welcher die brennbaren Gase in den Weissofen *m* führt.

p, Arbeitsthür.

q, Abstichöffnung.

u, Thür, mittelst welcher man die Erscheinungen im Innern des Weissofens wahrnehmen, sowie auch die zuvielen Schlacken aus demselben ablassen kann.

n, *n'* sind blecherne Essen, welche den Zweck haben, einen starken Luftzug, sowohl unter der gusseisernen Heerdplatte, als längs den Seitenwänden des Ofens herzustellen, damit dieselben möglichst abgekühlt werden.

Tafel 37.

Benutzung der aus den Frischfeuern entweichenden Wärme.

Feuerung eines Dampfkessels (projectirt von den Herren Thomas und Laurens). — Fig. 1—7 (Maassstab von 0,025 auf das Meter).

Die Figuren 1 und 2 stellen einen Aufriss und einen Grundriss von dem Gemäuer des Ofens von einem Dampfkessel von 16 Pferden dar, welcher durch die entweichende Flamme eines Frischfeuers gefeuert wird.

Fig. 3, horizontaler Durchschnitt nach der gebrochenen Linie *A*, *B*, *D*, *E*, *F*, *G* der Fig. 4.

f, Frischheerd;

d, Form;

p, Thür, durch welche die Luft einströmt, mittelst welcher die Gase verbrennen;

g, zu verfrischende Gans;

b, Sederöhre des Kessels, von 0,60 Meter Durchmesser und 6,50 Meter Länge;

a, Körper des Kessels, der 1 Meter Durchmesser und 5,50 Meter Länge hat.

Fig. 4, senkrechter Durchschnitt nach der Linie *H*, *K*, *L*, *M* der Fig. 3; man bemerkt auf derselben:

den Raum *o*, in welchem sich der Staub, der aus dem Heerde kommt, absetzt;

der Rost *h*, dessen mann sich bedient, wenn das Frischfeuer nicht im Betriebe ist, oder wenn es nicht genug Wärme entwickelt;

die Esse *d*, welche zur Regulirung des Zuges mit einem blechernen Register *d'* versehen ist.

Fig. 5, Querdurchschnitt nach *OU* der Fig. 3.

h', Feuerthür für den Rost *h*;

v,..., leere Räume zwischen dem Futter von feuerfesten Ziegelsteinen und dem äussern Mauerwerk, um soviel, als möglich, den Wärmeverlust durch die Wände zu vermeiden.

Fig. 6 u. 7, senkrechte Durchschnitte nach den Linien *NP* u. *QR* der Fig. 3.

Die allgemeine Einrichtung dieser Kesselfeuerung ist sehr zweckmässig.

Glühen des Stab- und des Roheisens (projectirt von den Herren Flachat und Petiet). — Fig. 8—11. (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter.)

Die Fig. 8 stellt den horizontalen Durchschnitt eines Glühofens vor, der hinter zwei Frischfeuern *f,f'* liegt.

Die Fig. 9 ist ein senkrechter Durchschnitt nach *STV*; die Fig. 10, ein Theil von einem Durchschnitt nach *XS*, und die Fig. 11 ein Querdurchschnitt nach *IZ*.

Jedes Feuer ist auf der Seite der Schlackenplatte mit einer beweglichen gusseisernen Thür *E* versehen, welche man nur dann, wenn man im Heerde arbeiten muss, auf die erforderliche Höhe öffnet. Der Wasserdampf und die Ströme von heisser Luft, welche die Arbeiter incommodiren könnten, werden von der Esse mittelst der blechernen Röhren *D,D* abgeführt.

A ist ein Raum, um die Gänse, welche man durch die Thüre *P* einträgt, vorzuwärmen, und welche man darauf durch Brechstangen in die Heerde hinabstösst.

Der Heerd *P* dient zum Glühen des Stabeisens, welches man durch eine von den beiden Thüren *P'* und *B''* einträgt.

Um soviel, als möglich, alle Wärme in dem Ofen zurückzuhalten, wird die Flamme, statt unmittelbar in die Esse aufzusteigen, in der Nähe der Thür *B''* zurückgeworfen, und kann erst, nachdem sie die Canäle *D, D*, von denen jeder mit einem Register *R* versehen ist (Fig. 8 u. 11) und durch die der Zug regulirt wird, durchströmt hat, dahin gelangen. In dem untern Theile dieses Canals ist ein hinreichend weiter Raum gelassen, in welchem sich der von dem Windstrome mit fortgerissene Staub und Asche absetzen können.

Das zur Construction dieses Ofens angewendete Materialgemenge ist folgendes:

Ziegelsteine für den Ofen	feuerfeste	3000	
	gewöhnliche		2000
Ziegelsteine für die Esse	feuerfeste	2200	
	gewöhnliche		4300
Summe der Ziegelsteine	feuerfeste	5200	
	gewöhnliche		6300

Gewicht des Gusseisens (vollständige Armirung) 9000 Kil.
Gewicht der schmiedeeisernen Anker 1000 -

Tafel 38.

Lufterhitzungs-Apparate bei Frischfeuern.

Apparat mit concentrischen Röhren (projectirt von den Herren Thomas und Laurens). — Fig. 1—6 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter).

Fig. 1 u. 2, Seitenaufriss und Grundriss;

Fig. 3, Aufriss von der Seite des Frischfeuers;

Fig. 4, senkrechter Durchschnitt nach *AB* des Grundrisses;

Fig. 5, horizontaler Durchschnitt;

Fig. 6, Querdurchschnitt nach *PQ* (Fig. 1).

In diesen verschiedenen Figuren bedeuten:

a, Frischfeuer;

p, Arbeitsthür;

t,t, Formöffnung;

b, Raum, durch welchen die Gans in den Heerd geschoben wird;

p', Thür zum Einbringen der Gans;

o,o Reinigungsthüren.

Die von dem Gebläse, mittelst der Röhren *z,x,y* herbeikommende Luft dringt in den ringförmigen Raum zwischen den gusseisernen Cylindern *d e g* und *m n q*, erwärmt sich dort und strömt mittelst der Röhre *h l t* den Formen zu. Der erste von diesen beiden Cylindern, dessen Heitzoberfläche etwa 3,5 Quadratmeter beträgt, wird von dem umgebenden Mauerwerke durch die Lappen *R,R* getragen; der innere Cylinder wird von dem Kranze *r,r* getragen.

Der Rauch strömt in die blecherne Esse *V*, durch den ringförmigen Raum zwischen dem Mauerwerk und dem äussern Cylinder; die vier Oeffnungen *o'* dienen zur Reinigung.

Es hat dieser Apparat eine sehr zweckmässige Einrichtung, um die Luft mit einer geringen Heizoberfläche zu erwärmen, weil sie der Einwirkung der Wärme in sehr dünnen Schichten ausgesetzt wird. Ueber die mit diesem Apparat erlangten Resultate haben wir übrigens keine Nachrichten.

Erwärmungsofen mit Lufterhitzungs-Apparat (projectirt von den Herren Flachat und Petiet). — Fig. 7 u. 8 (Maassstab von 0,03 Meter auf das Meter), und Fig. 9 (Maasstab von 0,06 Meter auf das Meter).

Die Figg. 7 u. 8 stellen in einem senkrechten und in einem horizontalen Durchschnitte die Einrichtung eines Frischfeuers dar, welches mit einem Wärmofen für das Stabeisen und die Roheisengänse, sowie mit einem Lufterhitzungs-Apparat von gewöhnlicher Einrichtung versehen ist.

Die Fig. 9 ist ein Durchschnitt nach der Linie *LM* des Grundrisses.

a, Frischfeuer;

p, Arbeitsthür;

b, Raum zum Vorwärmen der Gänse;

p'', Thür zum Eintragen der Gänse;

d, Heerdsohle zum Wärmen des Eisens;

p,p'', Thüren zum Einsetzen des Stabeisens;

v, v, Röhre zur Abführung des Rauches und der warmen Luft, welche aus der Arbeitsthür des Frischfeuers schlägt;

V, Esse, die mit einem Register versehen ist.

z, Einströmen der kalten Luft; sie durchströmt die vier Röhren *x,x,x,x*, die in dem untern Theile der Esse angebracht sind, und strömt mittelst der Röhre *y t* der Form zu. Die Heitzoberfläche beträgt etwa 2,5 Quadratmeter.

Diese Einrichtung wird sehr häufig bei denen mit warmer Luft betriebenen Frischfeuern angewendet; sie würde noch zweckmässiger seyn, wenn man die Röhren so einrichtete, dass man der Form nach Belieben kalte oder warme Luft zuführen könnte;

allein man müsste dann auch das Ausströmen der Flamme so verändern, dass die Röhren geschont würden, wenn man die Luft nicht erhitzen will.

Tafel 39.

Feineisenfeuer.

Feineisenfeuer mit sechs Formen. — Fig. 1—10 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) und Fig. 11—14 (Maassstab von 0,015 Meter auf das Meter).

Die Figg. 1, 2 u. 3 stellen ein Feineisenfeuer mit sechs Formen in einem Längen- und Querdurchschnitt und in einem Grundrisse dar.

Man unterscheidet bei diesem Apparat die folgenden Theile:

s s Sohle von Sand oder von Schlacken, welche auf einer ersten Heerdsohle *SS* von feuerfesten Ziegelsteinen, welche auf die Kante gestellt sind, ruhen;

E, E, E, gusseiserne Tröge, die mit Wasser angefüllt sind, und welche die drei Seiten des Feuers bilden;

F, Abstichplatte, welche mit einer Oeffnung *O* versehen ist, durch welche die Producte abgestochen werden;

f, Arbeitsplatte;

g, Seitenplatte, deren Einschnitte die Brechstange *h,h'* tragen, auf welche der Arbeiter die Brechstange oder den Splett zum Aufstossen der Abstichöffnung *O* legt;

E',E', guseiserne Tröge, die mit Wasser angefüllt sind, und welche zum Abkühlen der Gezähe dienen;

T...T, sechs Wasserformen, von denen auf jeder Seite des Feuers drei angebracht sind;

H,H, Platten mit den Oeffnungen für die Formen;

L,L, Platten, welche den Heerd umschliessen und an den Säulen, welche die Esse tragen, *M,M,* angebracht sind;

N,N, Wasserkästen, aus denen die Formen gespeis't werden;

P,P, gusseiserne Träger, welche auf den Säulen *M,M,* ruhen, und welche die Esse tragen;

Q,Q,Q,Q, Vertheilung des Windes in die Formen.

Fig. 4, Durchschnitt nach *xy* der Fig. 3, welche den Einguss darstellt, indem man das Feineisen absticht.

Fig. 5, eine einzelne Säule *M,* von zwei verschiedenen Seiten dargestellt.

Fig. 6, Träger *P* für die Esse in drei verschiedenen Ansichten.

Fig. 7, Seitenplatten *g.*

Fig. 8, Abstichplatte.

Fig. 9, Formplatte H.

Fig. 10, Trog, welcher eine von den Seiten des Feuers bildet.

Fig. 11 u. 12, Einguss, welcher auf die Sohle gelegt ist, und auf welchen ein Wassertrog folgt, indem man das erstarrte Feineisen zur Abkühlung hereinzieht.

Fig. 13 u. 14, Einguss der auf einem mit Wasser angefüllten Troge liegt, welcher seinen Boden abkühlt.

Tafel 40.

Puddelöfen.

Einfache Puddelöfen (projectirt von den Herren **Flachat** und **Petiet**). — Fig. 1—3 (Maassstab von 0,025 Meter), und Fig. 8, 10 und 11 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter).

Die Figg. 1—3 stellen im Aufriss, Durchschnitt und Grundriss die Einrichtung eines Puddelofens mit gusseiserner Heerdsohle vor, hinter welchem ein Glühofen zum Vorwärmen der Roheisenstücke angebracht ist. Fig. 8 zeigt die Heerdplatte im Grundriss und Aufriss; Fig. 10 die Thür und ihren Rahmen, und Fig. 11 den eisernen Kasten, welcher das Schürloch bildet.

Puddelofen, sogenannter Schlackenofen — *Four bouillant* (entworfen von den Herren **Flachat** und **Petiet**). — Fig. 4 und 5 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter); Durchschnitt und Grundriss dieses Ofens.

Fig. 9 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter); Aufriss und Grundriss der Sohlplatte und der gusseisernen, die Platte umgebenden Wände, welche hohl sind, und in denen ein Luftstrom circulirt.

Puddelofen, sogenannter Champagneser Ofen (nach Herrn **Gueniveau**). — Fig. 6 und 7 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter); Durchschnitt und Grundriss dieses Ofens.

Man unterscheidet bei diesen drei verschiedenen Oefen:

G, Rost, oder Platz, welcher denselben einnimmt;

D, der Aschenfall;

T, das Schürloch;

S, die Heerdsohle;

P, die Arbeitsthür;

A, die grosse Feuerbrücke, welche den Heerd von dem Roste trennt;

a, die kleine Feuerbrücke, welche die Sohle von dem Fuchs oder dem Raume trennt, welcher die Abstichöffnung enthält;

F, der Abstich;

s, der kleine Ofen zum Anwärmen der Roheisenstücke;

p, Arbeitsthür;

f, kleine Oeffnung zum Abflusse der Schlacken, wenn sich dieselben im Ofen zu sehr anhäufen (Fig. 1);

L gusseiserne Rolle, welche sich auf einer eisernen Stange bewegt, und an der eine Kette befindlich ist. An den Haken dieser Kette hängt man eine Schaufel, mit welcher man die rothglühenden Roheisenstücke mittelst der Thür *p* aus dem Glühofen nimmt und sie mittelst der Thür *P* in den Puddelofen trägt.

Angewendete Materialien. — Der Bau eines Puddelofens, eines sogenannten Schlackenofens (oder Kochofens), erfordert die Anwendung der folgenden Materialien:

Gewöhnliche Ziegelsteine			4000
Feuerfeste Ziegelsteine			3200
Gusseisen: innere Armaturen . .	1900 Kil.	}	8000 Kil.
Heerdplatte, Thüren	1800	}	
Aeussere Armaturen	4300	}	
Stabeisen zu Stangen und Hebeln			800

Die Esse des Ofens ist jedoch in den vorhergehenden Angaben nicht mit inbegriffen.

Tafel 41.

Schweissofen. — Essen. — Gaspuddelofen.

Schweissofen (entworfen von den Herren Flachat und Petiet). — Die Figg. 1, 2, 3 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter) stellen einen Aufriss, Durchschnitt und Grundriss von einem gewöhnlichen Schweissofen dar, der gänzlich mit Gusseisen bekleidet ist.

Die zu seiner Erbauung angewendeten Materialien, mit Einfluss der Basis für die Esse, sind fast die folgenden:

Gewöhnliche Ziegelsteine			3400
Feuerfeste Ziegelsteine			2400
Roheisen:	Heerdplatte, Thür etc.	600 Kil.	4500 Kil.
	Vollständige Bekleidung	3900	
Stabeisen zu Ankern, Hebeln etc.			620

Flammofenessen. — Die Figg. 4—9 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter) stellen, in senkrechten und horizontalen Durchschnitten, die beiden Arten von Essen dar, die man gewöhnlich bei den Puddel- oder Schweissöfen anwendet.

Die erstere (Fig. 4—6), besteht aus einem innern Futter von feuerfesten Ziegelsteinen, welches mit einem Mantel von gewöhnlichen Ziegelsteinen umgeben ist.

Die zweite (Fig. 7—9) ist weit leichter und besteht lediglich aus feuerfesten Ziegelsteinen. Beide sind mit Eisen verankert, und an dem obern Theile mit hervorstehenden, horizontalen Stäben versehen, auf welche bei den nöthigen Reparaturen Gerüste gelegt werden können.

Jede Esse ruht auf gusseisernen Tragebalken, welche auf senkrechten Säulen liegen, welche in Fig. 10 (nach einem Maassstabe von 0,04 auf das Meter) einzeln dargestellt worden sind; das obere Ende der Esse ist mit einem beweglichen Register versehen.

Angewendete Materialien. — Man hat zu diesen beiden Essen, jedoch ohne die Fundamente, welche nach der Beschaffenheit des Bodens verschieden sind, folgende Materialien angewendet;

	Esse Fig. 4.	Esse Fig. 7.
Gewöhnliche Ziegelsteine	4300	—
Feuerfeste Ziegelsteine	2200	4900
Gusseisen	1960 Kil.	1960 Kil.
Schmiedeeisen	180	180

Sehr häufig lässt man, besonders bei der Anlage neuer Hütten, den Rauch aus allen Oefen in eine einzige grosse Esse ausströmen, welche ausserhalb der Hütte liegt; in dem Falle, in welchem man, z. B., 12 Oefen zu einer 25 Meter hohen Esse haben würde.

Die Materialienmenge, welche einem jeden Ofen entspricht, würde für die Canäle und die Esse seyn:

Grundgemäuer	15,70 Cub.-Met.
Gewöhnliche Ziegelsteine .	12000
Feuerfeste Ziegelsteine .	6000
Gusseisen	200 Kil.

Diese Einrichtung ist, wie man sieht, kostbarer, als die der besondern Essen, allein sie erfordert weniger zur Unterhaltung, so dass man sie im Allgemeinen vorzieht. Wenn die aus den Oefen entweichende Hitze zur Feuerung von Dampfmaschinenkesseln angewendet wird, so muss man den Zug durch höhere und weitere Essen, als die betrachteten, verstärken. In diesem Falle besonders ist die Anwendung einer einzigen grossen Esse vortheilhaft, weil diese Einrichtung alsdann minder kostbar ist, als die vorhergehende.

Gaspuddelofen zu Wasseralfingen. — Fig. 11—16 (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter).

Einrichtung des in dieser Hütte angewendeten Apparats, um das Roheisen mit Hülfe der Hitze zu puddeln, welche durch die Verbrennung der Gase eines Hohofens erzeugt wird.

Fig. 11, Seitenaufriss des Ofens;
Fig. 12, senkrechter Durchschnitt durch die Achse:
Fig. 13, horizontaler Durchschnitt über der Sohle;
Fig. 14, Aufriss vom Ende;
Fig. 15, Querdurchschnitt nach *AB* (Fig. 13);
Fig. 16, Theil des Grundrisses.

Die Heerdsohle *S*, auf welcher das Puddeln erfolgt, besteht aus einer gusseisernen Platte, auf der Stücke von demselben Metall ruhen, welche die Seitenwände bilden. Die der Thür entgegengesetzte Seite ist massiv, während die übrigen hohl sind, so dass ein Luftstrom hindurchgehen kann, welcher nach *a, b, l, d, g* (Fig. 11 und 13) circulirt.

S' ist ein leerer Raum, der durch die Thür *p* geschlossen ist, und in welchem die Roheisenstücke vorgewärmt werden.

Die brennbaren Gase strömen durch die Röhre *M* herbei und vermischen sich in *N* mit atmosphärischer Luft, welche mittelst der Röhre *DE* von dem Gebläse herbeiströmt. Diese Luft wird in dem Kasten *G* erhitzt, geht durch die Röhre *HKL* und strömt in *N* durch blecherne Düsen aus.

Tafel 42.

Gaspuddelofen.

Apparat zu Treveray (entworfen von den Herren Thomas und Laurens). — Fig. 1—5 (Maassstab von 0,025 Meter); Fig. 6—8 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter); Fig. 9 und 10 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter).

Diese Tafel stellt das Ganze und die einzelnen Theile eines mit Gas gefeuerten Puddelofens in der Hütte zu Treveray im Maasdepartement vor.

Fig. 1, Seitenaufriss des Apparats;
Fig. 2, senkrechter Durchschnitt nach *FE* der Fig. 3;
Fig. 3, horizontaler Durchschnitt nach der Linie *ABDH* Fig. 2;
Fig. 4 u. 5, Querdurchschnitte nach *MN* und *PQ* Fig. 2.

An der innern Einrichtung des Ofens ist nichts verändert worden; er hat, wie alle sogenannten Champagneser Oefen, zwei Arbeitsthüren *P*, einen kleinen Glühofen *s* mit der Thür *p*. Der Rost ist aber durch einen Verbrennungsapparat ersetzt worden, der in seinen einzelnen Theilen in den Figuren 6, 7 und 8 dargestellt worden ist. Dort strömen mittelst der Röhre *M* die Ofengase aus, um mittelst der Röhre *h h* die zur Verbrennung erforderliche atmosphärische Luft zu beschaffen. Diese Luft wird durch ein Gebläse geliefert und durch ihre Circulation in dem Apparat *G G*, welcher eine Heizoberfläche von etwa 12,50 Quadratmeter darbietet, sehr stark erhitzt. Die einzelnen Theile dieses Apparats sind in den Figuren 9 u. 10 angegeben.

Die Thür *p'*, die am hintern Theile des Ofens angebracht ist, dient als Sicherheitsventil, in dem Falle, dass ein ausserordentlicher Druck stattfinden würde.

Der Verbrennungsapparat scheint sehr zweckmässig zu seyn, um eine genaue Mischung der Gase zu veranlassen; denn diese letzteren gelangen in den obern Kasten *A* (Fig. 8) und strömen durch die Oeffnung *b'* zu gleicher Zeit mit der Luft aus, welche, indem sie von *B* herbeikommt, durch die eisernen Röhren *b* ausströmt. — Da der obere Theil des gusseisernen Kastens stets einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt ist, so muss er mit einem Ueberzuge von feuerfestem Thon versehen seyn.

Der Puddelprocess wird in diesen Oefen sehr durch die Vorsichtsmaassregel beschleunigt, dass man an der Seite, an welcher die Arbeitsthüren befindlich sind, 3 Düsen *x, x, x* anbringt, welche fortwährend einen warmen Luftstrom auf das flüssige Eisen führen. Diese Einrichtung ist wesentlich, denn, da die mit den Gasen einströmende Luftmenge auf eine solche beschränkt seyn muss, die durchaus nothwendig zu ihrer Verbrennung ist, so befindet sich nicht soviel im Ofen, um das Roheisen schnell zu entkohlen, wenn man nicht noch welche dahin führt, wo ihre Wirkung durchaus nothwendig ist.

Tafel 43.

Puddelöfen und Schweissöfen, die mit Gas, Holz und Torf gefeuert werden; Benutzung der aus den Puddel- und Schweissöfen entweichenden Hitze.

Gasgenerator und Gaspuddelofen (von Bischof) — Fig. 1—7.

Fig. 1 ist ein senkrechter Durchschnitt des Gasentwickelungsofens oder Generators.

a Oeffnungen, die mit Steinen verschlossen werden, und durch welche man in den Ofen hineinsehen kann;

b Schachtraum;

c Rost;

d Thürplatte, durch welche man die tägliche Reinigung des Rostes bewerkstelligen kann, die aber ausserdem fest verschlossen ist.

f Platten, durch welche der Aschenraum verschlossen wird, aber auch zu den erforderlichen Zeiten gereinigt werden kann; sie ist mit 3 Oeffnungen von 2 Zoll Weite versehen.

e Canal, durch welchen das entwickelte Gas den Flammöfen zugeführt wird;

g Schieber, durch welchen man die Gasströmung, den Luftzutritt zum Rost, überhaupt die ganze Gasentwickelung regulirt;

h Deckel, womit der Ofenschacht verschlossen wird.

Dieser von dem Herrn Hüttenmeister Bischof zu Mägdesprung construirte Gasgenerator wird mit Torf gefüllt.

Fig. 2, kleiner Gasentwickelungsofen für die Fälle, wo es weniger auf Abhaltung des Flugstaubes und auf einen gleichförmigen Gasstrom ankommt. Durch die Oeffnung *a* wird der Ofen immer voll gehalten; diese sowohl, als die Oeffnung *b* muss man durch schiebbare Platten für die Quantitäten Gas und Luft reguliren können. Letztere strömt durch Wirkung des Schornsteins zu. Es ist hierbei besonders nöthig, dass man das zum Roste tretende Luftquantum in der Hand habe, sonst verbrennt im Entwickelungsofen zuviel Torf etc., und die Kohlensäure wandelt sich nicht vollständig in Kohlenoxydgas um.

Fig. 3, senkrechter Durchschnitt des Gaspuddelofens mit Gebläseluft. In dem Apparat *A* wird die Gebläseluft erhitzt und dann mit etwa 2¾ Zoll Wassersäulenspannung und etwa 300° C. Erhitzung durch 7 Düsen *c*, von 1½ Zoll Breite und 1¼ Zoll Höhe, dem Gase in der Feuerbrücke zugeführt.

Fig. 4, Grundriss des Gaspuddelofens;

Fig. 5, äussere Ansicht;

Fig. 6, Längendurchschnitt eines Gaspuddelofens mit natürlichem Luftzuge;

Fig. 7, Querdurchschnitt desselben.

a Oeffnung, durch welche die Luft, nachdem sie zuvor zur Heerdabkühlung gedient hatte und, vorher erhitzt, durch Seitenöffnungen nach *b* entwich, dem Heerde zugeführt wurde, wogegen man die Düsenröhre *c* herausnahm.

Gasgenerator und Gaspuddelofen (nach Thoma). — Fig. 8—11.

Fig. 8 ist ein senkrechter Durchschnitt, und Fig. 9 ist ein Grundriss des Gasgenerators *A*, auf dessen Rosten *B*, mittelst unterhalb bei *E* eingeführter Gebläseluft von geringer Pressung, der Brennstoff (Holz, Torf, Braunkohle etc.) langsam verglimmt.

Durch die eiserne Aufgebevorrichtung *C* wird das Brennmaterial aufgegeben und gelangt in dem Schachte *D*, jenachdem unten die Verbrennung stattfindet, gehörig vorgewärmt nach dem Raume *M*. Die sich aus dem Brennstoff etwa entwickelnden Dämpfe sind genöthigt, sich nach *D* zu begeben, da ihnen kein anderer Ausgang bleibt, wo sie, durch die heissen Gase zersetzt, mit dem Brennstoffe, durch den sie strömen, dem beabsichtigten Zwecke günstige Verbindungen eingehen.

Die Gase entweichen durch den Canal *F*. Vermöge der Vergrösserung des Raumes bei *g* wird ihre Geschwindigkeit vermindert und der mit eingeführte feine Staub abgesetzt, und da sich in dem Gaskasten *b* des Puddelofens (Fig. 10) dasselbe wiederholt, so wird hier eine zweite Absetzung stattfinden, und die zur Verbrennung kommenden Gase werden staubfrei seyn.

Die mit einem Ziegelsteine geschlossene Oeffnung *I* dient dem Aufgeber, um die Höhe des Brennstoffs im Schachte *D* zu ermitteln. Durch die Thüren *N*, *N* werden verschlackte Massen von dem Roste fortgeschafft.

Die Thür O verschliesst den Aschenfall *P* luftdicht und wird bei der Fortschaffung der Asche geöffnet.

Es liegen immer zwei Generatoren nebeneinander, damit bei der Reinigung des einen der Betrieb nicht unterbrochen zu werden braucht.

Fig. 10, senkrechter Durchschnitt, und

Fig. 11, Grundriss des Gaspuddelofens.

b ist der Gaskasten, durch ihn geht das Düsenrohr *c* mit 8 Düsen.

In dem Muffe *d* und der Wand des Gaskastens ist das Düsenrohr *c* beweglich und mit dem Hebel *p* zu stellen, so dass die Düsen gegen das Gewölbe, oder nach Umständen gegen den Boden gerichtet seyn können, welches sehr wesentlich ist.

Das Düsenrohr *c* hat einen grössern Durchmesser, als die Zuleitungsröhren *m*, um auf den Wind regulirend zu wirken, damit er durch alle Düsen mit gleicher Pressung ströme.

e ist die Feuerbrücke, auf der die Mengung der Gase mit atmosphärischer Luft stattfindet;

f, der Puddelraum;

g, die Fuchsbrücke;

h, der Raum für den Winderhitzungsapparat;

i, ein Vorwärmofen;

k u. *l*, Luftcanäle zur Abkühlung der beiden Brücken;

m, die Bodenplatte;

n u. *o*, Gewölbe zur Luftcirculation unter der Bodenplatte, um sie abzukühlen.

p, Deckplatte mit der zugedeckten Oeffnung *s*, durch die man nach dem Lufterhitzungs-Apparat gelangt; *w* die Arbeitsthür; *r* eine Röhrenleitung, um die glühenden Gase in ein Röhrensystem des Trockenfeuers zum Trocknen des Brennmaterials gelangen zu lassen.

Herr Thoma hat auch Oefen eingerichtet, bei denen der Lufterhitzungs-Apparat rings um die Feuerbrücke angebracht worden ist.

Puddelöfen, die mit Holz gefeuert werden (construirt vom Herrn Bergrath Hampe zu Neuberg in Steyermark). — Fig. 12—20.

Fig. 12 ist ein Längendurchschnitt;

Fig. 13 ein horizontaler Durchschnitt, und

Fig. 14 ein äusserer Aufriss eines einfachen Puddelofens.

Diese mit Holz gefeuerten Puddelöfen unterscheiden sich nur dadurch von den mit Steinkohlen gefeuerten, dass ihr Heerd kürzer und schmäler ist; die Höhe des Gewölbes, die Entfernung desselben von den beiden Feuerbrücken, die Dimensionen des Rostes, sowie Durchschnitt und Höhe der Esse, sind dieselben.

Neben der Esse des Puddelofens Fig. 14 ist ein kleiner Vorbereitungsofen angebracht, dessen Form und Dimensionen aus dem Querdurchschnitt, Fig. 5, und aus dem Grundrisse Fig. 16, zu erkennen sind.

Fig. 17 ist ein Seitenaufriss;

Fig. 18, ein Längendurchschnitt, und

Fig. 19, ein Grundriss eines Puddelofens mit doppelter Heerdsohle, welcher sehr gute Resultate gegeben hat. Die Esse ist 44½ Fuss hoch, statt dass sie bei den einfachen nur 40 Fuss hoch ist.

Die Feuerbrücken sind hohl und werden mit Wasserstrahlen abgekühlt, die durch gusseiserne Röhren gehen. Besonders ist diese Abkühlung für die, die beiden Heerde trennende Brücke erforderlich.

Diese Oefen sind nicht von feuerfesten Ziegelsteinen, sondern von einem in der Nachbarschaft der Hütte vorkommenden, weissen, sehr feuerfesten Talk erbaut.

Fig. 20, Längendurchschnitt eines Schweissofens, welcher dieselben Dimensionen hat, wie die einfachen Puddelöfen, nur fehlt die zweite Brücke, und das Gewölbe ist um 3 Zoll niedriger; die Esse ist 44½ Fuss hoch, der Ofen ist aus feuerfesten Stei-

nen aufgeführt, die aus 5 Theilen Thon und 1 Theil pulverisirtem Quarz bestehen, indem diese der sehr hohen Temperatur des Schweissofens noch besser widerstehen, als der Talk.

Die Puddelöfen werden zur Hälfte mit lufttrocknem, und zur Hälfte mit im Ofen getrocknetem Holze gefeuert; die Schweissöfen nur mit letzterm.

Mit Torf gefeuerter Puddelofen zu Itzelberg bei Königsbronn im Würtembergischen. — Fig. 21 und 22.

Fig. 21 sind die innern Umrisse eines Längendurchschnitts, und

Fig. 22 die innern Umrisse eines Grundrisses.

Die Esse ist 51 Fuss hoch.

Die Einrichtung der verschiedenen, in den Figg. 12—22 dargestellten Oefen ist aus dem Vorhergehenden deutlich, so dass jede weitere Beschreibung und Buchstabenbezeichnung der Figuren unnöthig ist.

Puddelöfen, deren entweichende Hitze zur Kesselfeuerung angewendet wird (zu Couillet und auf mehrern andern Hütten in Belgien und in Rheinpreussen, sowie auch in England). — Fig. 23—49.

Fig. 23, horizontaler Durchschnitt oder Grundriss;

Fig. 24, senkrechter Längendurchschnitt;

Fig. 25, Querdurchschnitt nach *abcde*, Fig. 24;

Fig. 26, Durchschnitt nach *a b c d e*, Fig. 23.

Eine senkrechte blecherne Röhre *l*, von der Form eines abgestumpften Kegels, erhebt sich bis auf etwa $\frac{2}{3}$ seiner Höhe in dem Kessel und läuft unten in den unterirdischen Canal *N* aus, welcher zu der allgemeinen Esse der Hütte führt. Oben sind mit ihr 4 horizontale blecherne Röhren *h* verbunden, von denen eine jede die Flamme von einem der 4 Puddelöfen aufnimmt;

w und *y* das den Kessel umgebende Mauerwerk;

x, feuerfeste senkrechte Scheider;

nz Oeffnungen für den Abzug der Flamme;

r Register zur Regulirung der Flamme von jedem Ofen.

i, *i* kleine Mauern zu beiden Seiten der Röhre *h*; *j*, Oeffnung, durch welche die Flamme des Puddelofens einströmt (Fig. 26).

Sobald die Flamme aus den Puddelöfen in dem leeren Raume unter dem Gewölbe *y* befindlich ist, theilt sie sich in zwei Theile, von welchen der eine durch den Durchgang *n*, und der andere durch *z* strömt, worauf sie vereint emporsteigen, um die Röhre *h* zu gewinnen, darauf die senkrechte Röhre des Kessels und endlich den unterirdischen Canal der allgemeinen Esse. Wenn man das Register *r* verschliesst, so kann die Flamme nicht in die Röhre *h* gelangen, und die Verbrennung in dem Puddelofen wird aufgehalten.

A, die eiserne Bekleidung um den Ofen;

B, Bogen unter der Heerdplatte;

s, Heerdplatte;

n, Seitenmauer des Ofens;

V, Gewölbe;

a, Canal, der den Heerd umgiebt, und in welchem ein Luftstrom circulirt. Auf der Heerdseite wird dieser Canal von einer gusseisernen Platte verschlossen, welche auf der Heerdplatte ruht.

k, Kalkstein-Bruchstücke, die mit Puddelöfenschlacken aufgemauert sind und eine dichte Umgebung rings um den Ofen bilden und das flüssige Roheisen, sowie die flüssige Schlacke in demselben zurückhalten.

c', Feuerraum;

g, der Rost;

a, der Aschenfall;

s, s, der Heerd. Derselbe besteht aus Gusseisen und wird bei'm Betriebe des Ofens mit einer Schicht von Garschlacken bedeckt, die nebst dem Luftstrome, welcher ihn von Unten abkühlt, seine Schmelzung verhindern.

R, Fuchs;

S, Esse;

P, Feuerbrücke;

f, kleine Brücke am Fuchse;

t, Schürloch;

b, Arbeitsthür mit Schieber und Hebel;

l, Stützpunct des Thürhebels;

F, Abstichöffnung.

Die kalte Luft gelangt durch die kleinen, fast senkrechten Canäle *p, p, p, p* aus dem hohlen Raum unter dem Heerde herbei, durchströmt die Seitencanäle und geht aus den senkrechten Canälen *d, d, d, d* wieder heraus.

Die beiden Brücken sind hohl und stehen unten mit der äussern Luft in Verbindung. Die Feuerbrücke wird mit Hülfe einer gusseisernen Platte in Form eines rechten Winkels und einer mit drei Griffen versehenen Platte construirt; die letztere ist in den Figg. 39 und 40 in einem Aufriss und Profil dargestellt.

Fig. 41 giebt einen Querdurchschnitt der Feuerbrücke: *e* ist die gusseiserne Winkelplatte; *m* die Platte mit Griffen; *l* der Schwahl, welcher die letztere und die Heerdplatte trägt; *s* Heerdsohle.

Der Ofen wird mit gewöhnlichen und mit feuerfesten Ziegelsteinen aufgeführt; letztere sind entweder ungebrannt, oder gebrannt, von denen die erstern eine längere Dauer haben, jedoch eine Volumveränderung erleiden, so dass sie nicht zu allen Theilen des Ofens angewendet werden können.

t, Mantel oder Umfassungsplatten;

c, gebrannte Ziegelsteine;

n, rohe Ziegelsteine bis zum Gewölbe.

Fig. 27 ist die Mantelplatte, welche die hintere kurze Seite des Ofens verschliesst. Sie hat eine grosse und zwei kleine, kreisrunde Oeffnungen, welche die Reparatur der Feuerbrücke von der Rostseite gestatten.

Fig. 28, Mantelplatten für den Theil der langen Seite des Ofens, in welcher das Schürloch *t* befindlich ist; *a* Oeffnung, welche man mit einem Ziegelsteine verschliesst, und durch die man, ohne den Betrieb zu stören, das Innere der Feuerbrücke untersuchen kann. *b'* kleine Oeffnung, durch welche man die, im Englichen *gouver*, im Französischen *crosse* oder *queue* genannten Stäbe schweisswarm machen kann, die man dann an die Luppen oder Pakete schweisst, um dieselben unter dem Hammer handhaben zu können.

Fig. 29, Mantelplatte für die lange Seite des Ofens, in der Nähe des Fuchses;

Fig. 30, der Arbeitsthür gegenüberstehende Platte.

Fig. 31 u. 32, Platten, die zu beiden Seiten des Fuchses angebracht werden.

Fig. 33 u. 34, Thürrahmen in Aufrissen und in Durchschnitten.

Fig. 35, Aufriss und Profil der Platte, auf welcher der Thürrahmen gestellt wird.

Fig. 36, 37 u. 38, welche mit den beiden Brückenplatten die Umgebung der gusseisernen Sohlplatte bilden, und hinter denen die Luftcirculation rings um den Heerd stattfindet.

Fig. 39 u. 40, Platte mit Griffen für die Feuerbrücke.

Fig. 41, die schon beschriebene Feuerbrücke.

Fig. 43, Querdurchschnitt von einer Heerdplatte nach doppeltem Maassstabe.

Fig. 44, Platte für die kleine Brücke am Fuchse.

Fig. 45, Platten, welche die beiden Mauern des Aschenfalls umfassen.

Fig. 46, Schlüssel des Schwelles, welche diesen mit den Platten Fig. 28 und 29 verbinden.

Fig. 47, Arbeitsthür mit dem Schauloch *o*.

Taf. 44.

Benutzung der aus den Schweiss- und Puddelöfen entweichenden Wärme.

Auf den Schweissöfen angebrachte Kessel (von den Herren Flachat und Petiet). — Fig. 1—4 (Maassstab von 0,015 Meter auf das Meter).

Diese Feuerungsanlage, welche im Jahre 1834 in der Hütte zu Abainville gemacht wurde, besteht aus zwei Schweissöfen, deren Flamme, nachdem sie das Eisen roth oder weissglühend gemacht hat, unter blecherne, mit Siederöhre versehene Dampfkessel strömt, ehe sie sich in die Esse begiebt.

Die Schweissöfen haben 2 Meter Länge und 1,30 Meter grösste Breite; die Höhe des Gewölbes über der Heerdsohle beträgt 0,40 Meter, und über dem Roste 0,75 Meter.

Die Rostoberfläche ist $= 0{,}98 \times 0{,}76$ Meter $= 0{,}75$ Quadratmeter.

Der Fuchs des Ofens hat 0,38 Meter Höhe und 0,325 Meter Breite; sein Durchschnitt beträgt 0,1225 Quadratmeter. Eine Seite von dem Querschnitte der Esse ist bis auf 2 Meter Höhe 0,35 Meter lang; ihr Querschnitt beträgt 0,1225 Quadratmeter; höher hinauf ist eine Seite des Essenquerschnitts 0,45 Meter lang, der Querschnitt beträgt daher 0,1936 Quadratmeter. Die Essen haben 15 Meter Höhe; der Quedurchschnitt des Rostes ist fast doppelt so gross, als der der Esse. Diese Dimensionen sind die der gewöhnlichen Essen für die Oefen ohne die Benutzung der entweichenden Wärme; sollen damit Dampfkessel gefeuert werden, so muss man diese Dimensionen erhöhen, denn die obigen bieten nur 0,010 Quadratmeter Oberfläche dar, um 53 Kilogramm Steinkohlen zu verbrennen, eine Oberfläche, die jedoch viel zu klein ist, wenn die Flamme einen weiten Weg zu machen hat, wodurch sie bedeutend abgekühlt wird, ehe sie zu der Esse gelangt.

Kessel. — Jeder Kessel ist mit zwei Siederöhren versehen und hat folgende Dimensionen:

Innerer Durchmesser 1,137 Meter; äusserer Durchmesser 1,155 Meter; Stärke 4 Linien; ganze Länge 7,95 Meter.

Innerer Durchmesser der Siederöhren 0,486 Meter; äusserer Durchmesser 0,505 Meter; ganze Länge 9,00 Meter.

Halbcylindrische Oberfläche	11,800 Q.M.	13,885	13,885
Halbe Kugel	2,085 -		
Oberfläche der Sioderöhren	13,480 -	12,840 × 2 =	25,680
Für die Ziegelsteine abzuziehender Raum	0,640 -		
Ganze Oberfläche eines Kessels und der Siederöhren			39,565

Die ganze Heizoberfläche zweier Kessel beträgt daher 79 Quadratmeter.

Da nun jedes Kilogramm Steinkohle 5 Kilogramm Dampf producirt, und jeder Ofen 106 × 5 = 530 Kilogramm in der Stunde, so sieht man, dass jedes Quadratmeter Heizoberfläche fast 14 Kilogramm Dampf producirt. Der in dem Kessel für den Dampf bleibende freie Raum beträgt demnach 4,45 Cubikmeter.

Der Durchschnitt der Canäle an den Kesseln beträgt 0,47 Quadratmeter, und da, wo die Hälse der Siederöhren sind, 0,32 Quadratmeter. Der Durchschnitt der Siederöhrencanäle beträgt 0,32 Quadratmeter. Jede Esse ist im Querschnitt 0,60 Meter lang und breit, hat 0,360 Quadratmeter Querschnitt und 25 Meter Höhe.

Dieser Querschnitt ist hinreichend; er entspricht einer Oberfläche 0,10 Quadratmeter, zur Verbrennung von 30 Kilogramm Steinkohlen. Bei den gewöhnlichen Schweissöfen kann man annehmen, dass eine Oberfläche von 0,10 Quadratmeter für 50 oder 60 Kilogramm Steinkohlen hinreicht.

Man kann nicht mit Genauigkeit sagen, welches die freie Oberfläche des Rostes sey, die sie für den Durchgang der Luft bei der Verbrennung der Steinkohlen hinterlässt, denn dieser Durchschnitt ist oft verschieden; er hängt von der Beschaffenheit der Steinkohlen, von der Stärke der auf dem Roste liegenden Schicht und von den Schweissöfenarbeitern ab, welche sie nach der Stärke des zu glühenden Eisens modificiren.

Feuerungs-Einrichtung. — Wenn die Flamme aus dem Schweissofen ausströmt, so kann sie zwei Richtungen nehmen. Auf dem einen Wege begiebt sie sich unmittelbar in die Esse, und auf dem andern heizt sie den Kessel. Es giebt daher zwei Canäle nach ihrem Ausströmen aus dem Ofen, von denen jeder mit einem gusseisernen Register versehen ist, welches um eine Rolle mit einer Kette und einem Gegengewicht bewegt werden kann. Will man nun die Kessel nicht feuern, so verschliesst man die Register *R* und *R'* (Fig. 1, Durchschnitt *E F*), welche die Flamme in ihre Canäle *a c* und *a' c'* führen, und letzterer begiebt sich unmittelbar durch die Canäle *a b* und *a' b'* in die Esse, wie bei den gewöhnlichen Oefen.

Soll die Flamme unter die Kessel gelangen, so verschliesst man das Register der Canäle *a b* und *a' b'* der Essen, und öffnet die der Essen *R* und *R'*. Die Flamme durchströmt alsdann die Canäle, in denen die Siederöhren liegen. Eine Reihe von Ziegelsteinen, die über und zwischen den beiden Siederöhren angebracht worden ist, verhindert die Flamme zu gleicher Zeit, unter die Kessel zu strömen; an das Ende der Siederöhren gelangt, steigt sie empor und kommt zurück, indem sie einen halben Umkreis um die Kessel macht, worauf sie durch die Seitencanäle *d e* und *d' e'* und durch die Oeffnungen, welche fast 0,80 Meter über denen vorhanden sind, welche die Flamme der Oefen in die Essen führen, in diese eindringt.

Die Kesselspeisung erfolgt nicht während des Betriebes der Maschine, und doch ist diess ein Zeitpunct, während welchem es sehr wesentlich ist, dass der Dampf seine ganze Spannung beibehält, und dass die Production des Dampfes in den Kesseln nicht

vermindert wird; sie findet, nach dem Anhalten der Maschine, mittelst einer besondern kleinen Maschine von 1 Pferdekraft statt.

Ein kleiner Kessel ist zwischen den beiden grossen angebracht; man füllt ihn mit Wasser aus dem Condensator, setzt ihn mit dem obern Theile des Kessels in Verbindung und lässt das Wasser von Unten in die Kessel einströmen. Zwei durch die Maschine bewegte Druckpumpen drücken das Condensationswasser in einen Wasserbehälter; es wird zur Speisung des Kessels und zum Begiessen der Walzenzapfen benutzt. Diese beiden Pumpen können auch, wenn man es will, die Kessel unmittelbar speisen, welches der Fall ist, wenn die Maschine länger als eine halbe Stunde im Betriebe steht.

Das Auffangen des Dampfes in den Kesseln erfolgt mittelst zwei Ventilen, welche nur die Anwendung des Dampfes von einem Kessel gestatten, in dem Falle, dass beide Kessel nicht gefeuert werden. Unter derselben Büchse ist ein grosses Entladungsventil angebracht, durch welches der Dampf ausströmt, wenn die Maschine angehalten worden ist, und wenn die Spannung des Dampfes $2\frac{3}{4}$ Atmosphären übersteigt.

Kessel, der über einem Puddelofen angebracht worden ist (von den Herren Grouvelle und Championnière). — Fig. 5—9 Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter).

Fig. 5, Grundriss von einem der Puddelöfen in der Hütte zu Sionne, in den Vogesen, und von einem Dampfkesselofen, der auf den Puddelofen folgt. Die Durchschnittslinie dieser Ebene geht über den Rost und über den Heerd des Puddelofens und durch den ersten Canal des Dampfkesselofens unter den Siederöhren durch.

Fig. 6; Längendurchschnitt desselben Ofens, nebst dem darauf folgenden Kesselofen und mit seiner gemeinschaftlichen Esse.

Fig. 7, Querdurchschnitt des Kessels und seines Ofens in der Mitte der Länge, und durch die Siederöhren, wodurch die Art und Weise der Circulation der heissen Luft verdeutlicht wird.

a, kleiner Canal des Kesselofens unter den Siederöhren;

b, Puddelofen;

b', kleiner Ofen zum Vorwärmen der Roheisenstücke;

c, Siederöhren des Kessels;

d, inneres Futter des Ofens von feuerfesten Ziegelsteinen;

e, Gewölbe in der Verlängerung des Ofens, welches die Flamme in horizontaler Richtung unter die Siederöhren führt;

f, Sohle des untern Canals *a*, von feuerfesten Ziegelsteinen;

g, Körper des Kessels und Wasserstand über dem Niveau des zweiten Canals;

h, Oeffnungen der Siederöhren, die ausserhalb des Ofens liegen;

i, gemeinschaftliche Esse für den Puddel- und für den Dampfkesselofen, die wegen des Dampfkessels weiter, als gewöhnlich, ist.

k, *k*, Erweiterung des Canals *a*, rechts und links von den Siederöhren, um den Rauch unter diese letztern zu führen;

l, kleine, scharf zulaufende Mauer, die in der Mitte des Ofens angebracht ist, um den Strom des Rauches in zwei Seitenströme zu theilen;

m, zweiter Canal zwischen den Siederöhren und dem Kessel;

n, oberer Theil der kleinen Mauer *l*, welche denselben Zweck hat;

o, directer Durchgang der Flamme aus dem Puddelofen in die Esse, ohne dass sie um den Kessel circulirt, und unterster Theil der Esse, welcher die Dimension von einer gewöhnlichen Puddelofenesse beibehalten hat;

R, Register, durch dessen Schliessung man die Flamme nöthigt, unter den Kessel zu strömen;

R', Register, welches den Eingang in den Canal *a* verschliesst, wenn die Ofenflamme durch *o* unmittelbar in die Esse strömen soll;

G, Heerd, welcher unter dem Kessel angebracht ist, um denselben, wenn es erforderlich, unmittelbar feuern zu können. Man verschliesst diesen Heerd mit einer Reihe auf die Kante gestellter Ziegelsteine, oder man nimmt ihn, wenn es erforderlich ist, weg;

Fig. 9, Längendurchschnitt eines Canals, der über dem Ofen weggeht, und der durch eiserne Balken und Platten unterstützt wird, in dem Falle, dass die Kessel über dem Ofen angebracht worden wären;

a, feuerfestes Gewölbe, welches die erste Einwirkung der Flamme erhält und sie horizontal unter die Sideröhren führt, um sie nicht zu verbrennen.

Taf. 45.

Aufwerfhammer.

Aufwerfhammer mit hölzernem Gerüst. — Fig. 1 (Maassstab von 0,025 Meter) stellt die Seitenansicht eines hölzernen Aufwerfhammergerüstes mit abgekürztem Drahmbaum, so wie man sie noch in einem grossen Theile der älteren französischen und belgischen Frischhütten findet, dar. Die hauptsächlichsten Theile sind:

AA, die Hintersäule mit ihren 4 Strebepfeilern *GG';*

T, die Mittel- oder Reitelsäule;

NN, die Büchsensäulen, zwischen denen sich die Hülse *H* dreht;

DD, der Drahmbaum, der mit der Hinter-, mit der Mittel- und mit den Büchsensäulen verbunden ist;

T', Hammer;

M, Hammerhelm;

R, Reitel, welcher durch die Büchsensäulen und durch die Mittelsäule geht, in welcher letzterer er befestigt ist; er reicht bis zur Hintersäule;

E, Ambos, welcher auf dem Hammerstocke ruht.

Aufwerfhammer mit gusseisernem Gerüst (von den Herren Thomas und Laurens). — Fig. 2—4 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter) und Fig. 5—10 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter.

Die Figg. 2, 3 u. 4 stellen diesen Apparat im Grundrisse und in Durchschnitten nach *MN* und *PQ* dar.

Der Ambos *E* liegt in einer gusseisernen Chabotte *F,* die ihrerseits auf einem Hammerstock *k* liegt. Die Stützpuncte des Hammers und des Reitels finden sich in einem und demselben gusseisernen Gerüste, welches auf einer Grundplatte befestigt ist.

Die Hülse *H* besteht aus Schmiedeeisen und ist mit Zapfen versehen, welche sich in Pfannen von Rothguss bewegen. Der Reitel *R* ist mittelst hölzerner Keile in einem langen gusseisernen Muff *N* befestigt.

Die Hammerwelle *AA* besteht aus Gusseisen und ist an ihrem rechten Ende mit einem Schwungrade von etwa 4000 Kilogramm Gewicht, so wie auch mit der Kurbel

der das Hammerwerk betreibenden Dampfmaschine versehen. Am andern Ende ist der gusseiserne Hebekranz *B* festgekeilt, und zwar vor dem Zapfenlager.

Das Fundament besteht aus Holz und ist in der Fig. 3 (Durchschnitt *MN* des Grundrisses) und in der Fig. 4 (Durchschnitt *PQ*) verdeutlicht.

Fig. 5 u. 6, Längendurchschnitt und Grundriss der Sohlplatte.

Fig. 7, 8 u. 9, Aufriss des auf der Sohlplatte befestigten Gerüstes; senkrechter Durchschnitt nach *a b* und *g h;* horizontaler Durchschnitt nach *d e.*

Fig. 10, 11 u. 12, Aufriss, senkrechter und horizontaler Durchschnitt des Zapfenlagers für die Triebwelle *A*. Es ist in der Gesammtansicht des Gerüstes nicht angegeben.

Fig. 13, Grundriss und Durchschnitt der Chabotte.

Fig. 14, 15 u. 16, Grundriss und Aufriss des Amboses.

Fig. 17, der Hebekranz.

Fig. 18, die Hülse.

Fig. 19, der Hammer.

Gewicht der verschiedenen Gusseisenstücke.

Hammer . . .	250	Kil.
Chabotte . . .	1260	-
Welle	1800	-
Schwungrad . .	4000	-
Hebekranz . .	1200	-
Zapfenlager . .	760	-
Gerüst	3280	-
Sohlplatte . . .	2420	-
Schraubenbolzen	330	-
Holz zu dem Fundament	20,00	Cub.-Met.

T a f. 46.

Schwanzhämmer.

Schwanzhammer von 250 Kilogramm (construirt von den Herren Flachat und Petiet). — Fig. 1 u. 2 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) und Fig. 4 bis 13 (Maassstab von 0,10 Meter).

Die Figg. 1 u. 2 geben im Auf- und Grundriss die Einrichtung eines Schwanzhammers an, welcher in mehreren neuern Hütten angewendet worden ist. Der eiserne Hammer ist von einem Gewichte von 250 Kil., hat einen Hub von etwa 0,50 Meter und giebt 150 bis 160 Schläge in der Minute, indem er eine Triebkraft von 8 bis 9 Pferden erfordert.

Das Fundament besteht aus zwei Reihen von Schwellen *Q, Q,* von 1,80 Meter Höhe, die auf einem Bett von Mörtel ruhen und von 0,60 Meter starkem Mauerwerk umgeben werden. Auf dieses hölzerne Fundament ist eine gusseiserne Grundplatte aufgeschraubt, welche einerseits die Zapfenlager der Triebwelle *A A* und andererseits die Büchsensäulen *RR* trägt, zwischen denen sich die Hülse dreht. Diese Einrichtung sichert die Solidarität der beiden Puncte, auf welche sich die Arbeit vertheilt.

Die Triebwelle, deren grösste Geschwindigkeit 27 Umgänge in der Minute beträgt, besteht aus Gusseisen; sie ist mit einem Wellkranze mit 6 Kammen, so wie mit einem Schwungrade versehen, dessen Kranz 4,20 Meter äussern Durchmesser auf 0,20 Meter Höhe, und 0,09 Meter Breite hat; sie wiegt etwa 1600 Kilogramm.

Die Hülse besteht aus Schmiedeeisen und bewegt sich zwischen zwei gusseisernen Pfannen. Dieselben werden in den Säulen durch Schrauben in ihrer gehörigen Stellung erhalten; die eine Schraube geht oben durch die Kappe und drückt senkrecht auf die Pfanne; eine zweite horizontale Schraube drückt auf ihre hintere Seite, und zu beiden Seiten der Pfanne sind zwei eiserne Keile angebracht, die mit Schraubengängen und mit einer Mutter versehen sind. Beide Säulen sind durch eiserne Bolzen miteinander verbunden.

Der hölzerne Hammerhelm ist an seinem Schwanzende mit einem starken Schwanzringe *D* versehen, der oben eine Verstärkung hat, auf welche die Kammen wirken. Der untere Theil des Schwanzringes ist verstärkt und stösst am Ende des Hubes gegen den Prellklotz, eine gusseiserne Platte *S*, welche in ein senkrecht stehendes Stück Holz eingelassen ist.

Der Hammer *T* besteht aus Schmiedeeisen; der Ambos *E* aus Gusseisen und ruht in einer Chabotte, welche in den Hammerstock eingelasen ist. Die Stücken Holz, welche den Stock bilden, so wie die, auf welche die Prellplatte befestigt ist, stehen senkrecht auf einem Mörtelbett und werden seitwärts von Schwellen gehalten, zwischen denen sie aber etwas auf- und niedergehen können. Diese Vorsichtsmaassregel ist wesentlich, damit das mögliche Niederdrücken des Stockes nicht auch eine Senkung der Schwellen und folglich die des ganzen Hammergerüstes veranlasst.

Fig. 4, vordere Ansicht einer Säule.

Fig. 5, senkrechter Durchschnitt nach *AB*.

Fig. 6, horizontaler Durchschnitt durch *F G H M*.

Man unterscheidet leicht die Pfanne *p* zwischen den beiden hölzernen Keilen *q* und *q'*, und auf den Seiten durch die eisernen Keile *n* und *n'* festgehalten; unten steht sie auf dem Theile *r'* der Büchsensäule, und über ihr ist der Theil *r* befindlich, auf welchen die obere Schraube drückt.

Fig. 7 u. 8, Seitenaufriss und Grundriss der Säule.

Fig. 9 u. 10, Auf- und Grundriss der Chabotte.

Fig. 11, Ansicht des Amboses von Vorn und von der Seite.

Fig. 12, Ansichten des schmiedeeisernen Hammers.

Fig. 13, Ansichten der Hülse.

Kleiner Schwanzhammer mit Gesenken. — Die Fig. 3 (Maassstab von 0,03 Meter auf das Meter) stellt eine der vorhergehenden ähnliche Einrichtung von einem Schwanzhammergerüste dar, welches mit einem leichten Hammer versehen ist, der nur 0,35 Meter Hub hat, und welcher 270 Schläge in der Minute macht. Der Ambos *F* und der Hammer *T* haben eine solche Einrichtung, dass sie schmiedeeiserne Gesenke aufnehmen können.

Taf. 47.

Aufwerfhammer, bei welchem die Hebeldaumen unten angreifen.

Aufwerfhammer (aus einer englischen Hütte). — Fig. 1 — 9 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) und Fig. 10 u. 11 (Maassstab von 0,08 Meter auf das Meter).

Die Figg. 1 u. 2 stellen diejenigen Hämmer, welche in England am Meisten zum Auschmieden grosser Maschinenstücke angewendet werden, dar.

Beschreibung. — Das Fundament besteht aus einem Mauerwerke von behauenen Steinen, die auf einem Bette von Cement ruhen; darauf liegen die Holzstücken, auf welchen man die Sohlplatte befestigt; auf dieser stehen die Hülsenständer des Hammers.

Alle Theile des hölzernen Schwellwerks sind ineinander eingelassen und mit dem Mauerwerke durch die Sohlplattenbolzen verbunden, so dass ein solidarisches Ganze daraus entsteht, welches zu gleicher Zeit schwer und elastisch ist.

Die Hülsenlager-Ständer *P*, *P* werden einerseits durch die Randleisten der Sohlplatte *Q Q* und andererseits durch Bolzen befestigt, welche unter dem untern Schwell durch Spliete festgehalten und untereinander mittelst zweier eisernen Bolzen verbunden werden. Das Zapfenlager für die Hülsenzapfen des Hammers besteht aus Gusseisen und ruht auf hölzernen Keilen, die man verschieden stark nehmen kann. Mit dem Hülsenlager-Ständer ist es durch Bolzen verbunden, die oben über den eisernen Zapfendeckeln mit Muttern versehen sind.

Das Zapfenlager *P'* der Triebwelle mit dem Hebekranz ruht auf zwei Langschwellen und ist seitwärts mittelst eines gusseisernen Querriegels mit der Sohlplatte verbunden, indem durch diese, den Querriegel und das ganze Fundament zwei starke eiserne Bolzen gehen. Auf diese Weise ist die Solidarität des ganzen Systems vollkommen gesichert.

Die Triebwelle *AA* besteht aus Roheisen und ist auf der Seite der Kurbel der Dampfmaschine mit einem Schwungrade versehen, dessen Kranz etwa 6 Tonnen wiegt und 30 bis 35 Umgänge in der Minute macht; sie hat gerade unter dem Hammer einen gusseisernen Kranz, dessen Heblinge auf den Ansatz des Hammerhelms einwirken.

Der Hammerstock *S* besteht aus Stücken Holz, die aufrecht auf einem Cementbette stehen und von einem Gemäuer von behauenen Steinen umgeben sind. Er wird in seiner Stellung durch mehrere Stücke des allgemeinen hölzernen Sohlwerks erhalten, ohne jedoch damit verbunden zu seyn, damit die Senkungen, denen er unterworfen ist, nicht auch eine Senkung der Sohlplatte veranlassen.

Der Hammerstock nimmt die Chabotte *F* auf, deren feste Lage durch das Einlassen von Rippen, die an ihrer untern Seite befindlich sind, in den Hammerstock gesichert ist. Er hat einen Einschnitt, damit die Heblinge durchgehen können.

Der Hammer, welcher ohngefähr 6 Tonnen wiegt, besteht aus verschiedenen Theilen, welche folgende sind:

G G, das Kreuzstück, in welchen die eiserne Welle eingelassen ist (siehe die Figg. 3 u. 4), deren Zapfen sich in den Hülsenlager-Ständern drehen. Man hat dieses Kreuzstück, welches die Hülse der übrigen Hämmer vertritt, hinlänglich schwer gemacht damit es nicht während des Betriebes gehoben werden könne.

MM, der Helm mit der rechtwinkligen Verstärkung *R*, die mit einem eisernen Schuh versehen ist.

T, der Kopf, in dessen Mitte eine conische Oeffnung, das Auge, vorhanden ist, welche die Angel der Bahn *T'* aufnimmt.

Der Ambos *E* ist in die Chabotte *F* eingelassen.

Fig. 3 u. 4, Ansicht von Hinten, und Querschnitt *AB* des Kreuzstücks von dem Hammer, welche die Verbindung der schmiedeeisernen Welle mit dem Gusseisenstück zeigen. Diese Art der Construction ist bequem, um die Hebung des hintern Theils von dem Hammer zu verhindern, allein sie hat das Nachtheilige, eine Verbindung zu erfordern, deren Festigkeit Sorgfalt und Aufsicht verlangt. Auch hat diese Construction, wie wir schon im Texte bemerkt haben, noch nicht die Weihe der Erfahrung erlangt.

Fig. 5, schmiedeeiserner Zapfendeckel des Hülsenzapfens, welcher die Hebung der Hülse verhindert.

Fig. 6, 7, 8 u. 9; verschiedene Arten von Ambösen und Hammerbahnen.

Fig. 10 u. 11, Wellkranz, und Construction der Heblinge in einer Kreisevolvente.

Die Fig. 12 stellt den Grundriss einer Schmiederei, in einem Maassstabe von 0,01 Meter dar, deren Hämmer sämmtlich durch Scheiden und Laufriemen bewegt werden.

AA, Triebwelle;

B, Aufwerfhammer von 4 Tonnen, der 100 Schläge in der Minute macht;

D, Aufwerfhammer von 3 Tonnen;

E, Stirnhammer von 2 Tonnen.

Die Scheiben haben, wie man sieht, einen hinlänglich grossen Durchmesser, und die Riemen sind nichts Anderes, als platte Seile von 0,20 bis 0,25 Meter Breite. Der Betrieb der Hämmer ist ein sehr regelmässiger.

Taf. 48.

Schwanzhammer.

Schwanzhammer (aus einer französischen Hütte. — Fig. 1—5, Maassstab von 0,03 Meter auf das Meter).

Die Figg. 1 u. 2 stellen im Aufrisse und Grundrisse die Einrichtung eines Schwanzhammnrs von der Art derjenigen dar, wie sie in den Werkstätten des Herrn Cavé zu Paris, und in der Hütte zu Abainville, im franz. Maasdepartement, in Betriebe stehen.

Die Fundamente bestehen aus zwei parallelen Schwellwerken, die auf einem Sohlgemäuer von Quadersteinen stehen, und die auf der Seite durch Mauern gehalten werden. Die Schwellwerke tragen zwei Sohlplatten, *Q Q* und *Q' Q'*, welche durch starke Bolzen festgehalten werden. Auf diesen Sohlplatten stehen die Säulen *K, K'*, in denen sich die Hammerhülse dreht, sowie auch die Zapfenlager *P, P'* der Triebwelle *A A*.

Die Hammersäulen *K, K'* bestehen aus zwei Theilen: der untere Theil nimmt die Pfannen auf, in denen sich die Hülsenzapfen bewegen; sie werden durch die Schraube *v' v'*, so wie durch die Keile *a* und *b* festhalten, deren letzterer mit einer Schraube *v''* versehen ist. Die Schrauben *v, v* drücken gegen die Enden der Hülsenzapfen und tragen zur Sicherung der Lage derselben in den beiden Säulen bei. Der obere Theil der

Säulen nimmt Lager auf, in denen die Zapfen eines Ringes oder einer Hülse ruhen, welche den Reitel *R R* umfasst. Auf den Säulen endlich ruht, mittelst eines Gusseisenstücks, das Ende des Drahmbaums *R' R'*.

Die eiserne Welle *A A*, welche durch den schwingenden Dampfcylinder *Y* von einer Kraft von ohngefähr 45 Pferden in Bewegung gesetzt wird, trägt den Hebekranz *B* und die beiden Schwungräder *V, V*, deren Arme mit dem Kranze verbunden sind. Das Gewicht des Wellkranzes beträgt etwa 1100 Kil., das der Schwungräder etwa 7500.

Der Ambos *E* ruht in einer Chabotte *F*, und diese in dem Hammerstock *S*.

Der Hammer *T*, mit einem Gewicht von 1700 Kil. und mit dem geringsten Hub von 0,90 Meter, ist an einem stark mit Eisen beschlagenen Helm befestigt, auf dessen Ende die Kammen einwirken. Er wird von einer schmiedeeisernen Hülse umfasst, die aus zwei Stücken besteht, so dass, wenn sie zerbricht, man nur die sie verbindenden Schrauben loszumachen braucht, um sie von dem Helm abnehmen zu können, ohne dass man den Reitel wegzunehmen braucht.

Der Reitel *R R* wird über der Hülse von einem eisernen, mit Zapfen versehenen Ringe getragen, und sein hinteres Ende ist mit dem Drahmbaum *R' R'* mittelst eines Bügels verbunden, der in einem Bolzen mit doppelten Schraubengewinden ausläuft, so dass man dem vordern Ende des Reitels leicht eine Lage geben kann, in welcher man das Maximum der Wirkung erreicht.

Der Drahmbaum *R' R'*, dessen Elasticität die Wirkung des Reitels wesentlich vermehrt, ruht eines Theils auf den Hülsensäulen, und andern Theils ist er durch Schraubenbolzen mit dem Querbalken *G* verbunden, der auf den senkrechten Säulen *D* und *D'* liegt.

L ist ein Knecht, den man unter den Hammer stellt, um ihn aufzuhalten.

Das hier beschriebene Hammerwerk hat eine sehr zweckmässige Einrichtung und seine Leistungen sind daher ausserordentlich gut.

Die Figg. 3, 4 u. 5 stellen die Hülse, den Ring des Reitels und das Gusseisenstück dar, welches den Drahmbaum trägt.

Krahn. — Die Figg. 6 u. 7 (Maassstab von 0,02 auf das Meter) zeigen einen Aufriss und einen Grundriss von einem Krahn mit doppelter Bewegung, der zur Handhabung grosser auszuschmiedender Stücke angewendet wird.

Fig. 8 (Maassstab von 0,05 Meter), Darstellung der Art und Weise, wie kleinere auszuschweissende Stücke aufgehängt werden.

Taf. 49.

Schwanzhammer.

Schwanzhammer (von Herrn Cavé für die Werkstätten der französischen Marine erbaut). — Die Figg. 1, 2 u. 3 (Maassstab von 0,03 Meter auf das Meter), zeigen die Einrichtung des Apparats im Aufriss, Grundriss und Durchschnitt.

Es ist diese Construction wegen des vielen Gusseisens, welche sie erfordert, nicht wohlfeil, allein sie entspricht bei vieler Einfachheit allen Bedingungen der Stabilität und Dauer, und sie kann als eine der besten sehr empfohlen werden.

Die angewendeten Fundamente bestehen aus zwei Linien von Schwellwerken, von denen die eine durch den gusseisernen Kasten unterbrochen ist, in welchem sich

der Dampfcylinder *Y* befindet. Sie tragen eine mit jenem Kasten verbundene Sohlplatte, auf welcher zwei starke gusseiserne Gerüste *G D, G' D'* angebracht worden sind; an ihren beiden Enden sind dieselben durch starke Querbalken von demselben Metall *N N'* miteinander verbunden.

In der Mitte des Gerüstes sind die beiden Zapfenlager *P* und *P'* der schmiedeeisernen Triebwelle *A A* angebracht; dieselbe ist an ihrem einen Ende mit der Dampfmaschinenkurbel versehen, in ihrer Mitte mit dem gusseisernen Hebekranz *B*, und zu beiden Seiten neben demselben mit zwei Schwungrädern *V V'* und 3,40 Meter Durchmesser.

K K', Hülsenlager, am Ende des Gerüstes und so eingerichtet, dass die schmiedeeiserne Hülse *H* nach Belieben höher oder niedriger gestellt werden kann.

T, Hammer, der 500 Kil. wiegt, einen Hub von 0,70 Meter hat und an einem schmiedeeisernen Helme befestigt ist, welcher auf $\frac{2}{3}$ seiner Länge von dem Hammer ab die Hülse umfasst.

R R, Reitel, der, statt wie gewöhnlich über, unter dem Hammer angebracht worden ist, so dass er die Stösse des Schwanzendes von dem Helme aufnimmt, wie bei den gewöhnlichen Schwanzhämmern. Es besteht dieser Reitel aus einem starken Stücke Holz, welches an seinen beiden Enden von Querbalken des Gerüstes festgehalten wird.

L ist ein Knecht, welcher unter den Hammerhelm gestellt wird, wenn der Hammer ausser Betrieb gesetzt werden soll. Er wird mit Hülfe einer eisernen Stange gehandhabt, die dem Dampfmaschinenwärter zur Hand ist (Fig. 1 u. 4.)

E, Ambos von eigenthümlicher Einrichtung; er hat den Querschnitt eines unregelmässigen Polygons und ruht mit seinen beiden Enden, mittelst zweier Zapfen, in Lagern *F*, die auf dem Hammerstocke angebracht worden sind. Durch diese Einrichtung ist man im Stande, die bei'm jedesmaligen Schmieden eines Stücks am zweckmässigsten anzuwendende Ambosbahn zu nehmen, ohne dass der Arbeiter eine andere Mühe hätte, als ihn mittelst einer Brechstange, welche in ein zu diesem Ende angebrachtes Loch gesteckt wird, in den Zapfen zu drehen. Hat der Ambos seine erforderliche Lage erlangt, so keilt man ihn unten fest, um zu verhindern, dass er bei'm Betriebe nicht aus der Lage komme.

Gewicht der Stücke, aus denen dieses Hammerwerk zusammengesetzt ist.

2 gusseiserne Gerüste mit Bolzen, Kappe und Pfannen	12900 K.	18575 Kil.
2 gusseiserne Querbalken	1595 -	
1 Sohlplatte des Gerüstes	4080 -	
1 schmiedeeiserner Hammer	493 -	1554 -
1 schmiedeeiserner Hammerhelm	647 -	
1 schmiedeeiserne Hülse	414 -	
Die Kränze der Schwungräder	5872 -	9622 -
Die Naben der Schwungräder	2301 -	
12 schmiedeeiserne Arme derselben	381 -	
Schmiedeeiserne Triebwelle nebst Kurbel . . .	740 -	
4 eiserne Kammen	165 -	
Spliete und Bolzen der Schwungräder . . .	163 -	
Kasten des Dampfcylinders (9 Platten) . . .	5709 -	6670 -
1 Querbalken	252 -	
1 Grundplatte des Cylinders	440 -	
4 Keile	95 -	
Bolzen des Kastens	174 -	
Cylinder der Dampfmaschine mit seinen Nebentheilen . . .		1543 -
	Generalsumme	37964 Kil.

Bildung der Pakete. — Die Figg. 5, 6 u. 7 (Maassstab von 0,03 Meter) stellen die Einrichtung von 3 Paketen, welche ausgeschweisst werden sollen, dar. Das erste besteht aus einem cylindrischen Kern, der mit Stäben von trapezoidalem Querschnitt umgeben ist; das zweite besteht aus Flachstäben mit sich deckenden Fugen, und das dritte nur aus Quadratstäben.

Pakete, die zum Ausschweissen fertig sind. — Fig. 8 (Maassstab von 0,03 Meter); grosses, mit seiner Handhabe versehenes Paket (*gouvernail*). Dieses Werkzeug besteht aus einem Stück Holz *a b*, welches man mittelst eiserner, der Länge nach gehenden Bänder und mehrerer Ringe mit dem Paket verbindet. Diese Handhabe wird durch die Vaucanson'sche Kette getragen, womit der Krahn versehen ist (Fig. 8, Taf. 48.)

Um das Paket mit Leichtigkeit wenden zu können, sind an der Handhabe 3 oder 4 hölzerne Querstücke *d* angebracht, welche man mit den Hebeln *l* ergreift; ein solcher Hebel besteht aus einem hölzernen Stiel *m*, der in eine Hülse von Blech *n* ausläuft, mit welcher man das Ende der Querstange ergreift.

Fabrication der Achsen. — Fig. 9, 10 u. 11 (Maassstab von 0,05 Meter); Ausschmieden der Locomotivachsen in 2 Stücken. Die Fig. 9 stellt das Paket vor, ehe es in's Feuer gebracht wird; die Fig. 10 seine Gestalt nach dem Ausschmieden, und Fig. 11 die Vereinigung der beiden aneinander geschweissten Stücke. Der übrige Theil der Arbeit wird mit Handhämmern ausgeführt.

Fig. 12—16 (Maassstab von 0,05 Meter); Ausschmieden der Locomotivachsen in einem einzigen Stück, indem sie aus einem Paket ausgereckt werden, welches deren 3 geben kann. Das Paket (Fig. 12) wird an dem einen seiner Enden schweisswarm gemacht, erlangt alsdann die Form der Fig. 13, und man haut alsdann ein, etwa 1,10 Meter langes Stück ab, um aus demselben die Achse auszuschmieden.

Das Paket *abcd* (Fig. 14) erhält die Gestalt *c' a' g e b d*, und man bohrt zu gleicher Zeit die Oeffnung *x* hindurch, damit auch die Schweisshitze gehörig nach dem Innern des Pakets dringe. Von dieser Form geht man zu der *c' a' g e e' g' g'' e'' b' d'* über, indem man das Stück auf der hohen Kante zwischen den beiden Kurbeln bearbeitet, und dann die Oeffnung *x* hineinbohrt. Indem man nun endlich auf der hohen Kante von *b b'* schmiedet, und das Stück bei jeder Hitze etwas dreht, erlangt man die in Fig. 16 angegebene Form.

Diese Methode, welche fast die von Herrn Cavé befolgte ist, giebt nach etwa 8 oder 9 Hitzen eine aus dem Groben bearbeitete Achse. Es sind alsdann noch mehrere andere nöthig, um sich der endlichen Form des Stücks soviel wie möglich zu nähern; jedoch werden diese letztern Hitzen in einer Schmiedeesse gegeben, und die Bearbeitung erfolgt mit Handhämmern.

Taf. 50.

Stempelhammer.

(Marteau pilon.)

Wir wollen so den sogenannten Dampfhammer benennen, welcher von Nasmith in England erfunden, in Deutschland von Dorning in Zwickau, von Borsig in Berlin und andern deutschen Mechanikern, von Bourton zu Creuzot in Frankreich verändert und angewendet worden ist. Die Maschine spielt jetzt bei'm Ausschmieden von Eisenstücken, namentlich in Gesenken, eine bedeutende Rolle, und wir wollen hier mehrere Arten derselben beschreiben.

Stempelhammer in der Hütte zu Creusot in Frankreich. — Die Figg. 1—3 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter) stellen einen Hammer im Aufrisse, von Vorn und von der Seite im Grundrisse dar, und zwar letzterer nach der Linie des Durchschnitts *AB*. Es ist dieser Hammer von Herrn Bourton, Ingenieur auf der Hütte zu Creuzot, construirt worden.

Er besteht aus folgenden Stücken:

B, gusseisernes Gerüst, welches durch die beiden Streben *C, C* stabil erhalten wird; es steht auf einer Sohlplatte, die mit einem festen Fundament verbunden ist.

D, Dampfcylinder, der senkrecht auf dem Gerüste befestigt ist; er ist oben offen, indem der Dampf nur unter dem Kolben wirkt. Die Vertheilung des Dampfes *E*, geschieht mittelst des Hebels *L* durch die Hand.

P, Stempel oder Hammer, 2400 Kil. wiegend; derselbe ist unten mit einer Bahn *P'* versehen, und oben durch die Stange *T* mit dem eisernen Dampfkolben *G* verbunden. Es bewegt sich dieses Stück zwischen den beiden Leitungen *g, g* und ist mit einem Haken *Q* versehen, welcher auf das Stück *F* wirkt, um den Dampf ausströmen zu lassen, sobald der Kolben seinen höchsten Stand erreicht hat. Man regulirt seine Stellung nach der Grösse des Hubes, die man dem Stempel geben will; derselbe kann demnach auf diese Weise von 0,1 bis 2,00 Meter verschieden seyn.

An seiner hintern Seite ist der Stempel mit einer Zahnstange *M M* versehen, in welche man, mittelst des Pedals *L'*, den Sperrhaken *R* eingreifen lassen kann, so dass man im Stande ist, den Hammer an jedem Puncte seines Laufs aufhalten zu können.

N, Boden, auf welchem der Mechaniker steht, der den Apparat leitet.

H, Chabotte von 10000 Kil. Gewicht, auf welcher der Ambos *H'* steht.

Der mit einer Pressung von 3 Atmosphären angewendete Dampf strömt mittelst der Röhre *V* in die Vertheilungsbüchse und strömt durch *S* aus. Die Kolbenoberfläche ist so berechnet, dass die theoretische Wirkung des Dampfes die doppelte von dem zu hebenden Gewichte ist. Um sich des Hammers zu bedienen, ergreift der Maschinenwärter den Hebel *L* und lässt den Dampf einströmen; der Kolben geht in die Höhe, und wenn der Haken *Q* das Stück *F* erreicht, so strömt der Dampf wieder aus und der Hammer fällt hinab. An dem Stempelhammer zu Creuzot hat man den Haken weggelassen, indem der Arbeiter selbst das Aussströmungsventil öffnet, und nach einiger Zeit der Uebung hat er eine solche Fertigkeit in diesem Manöver erlangt, dass er, auf ein Zeichen des Schmiedes, dem Hammer jeden beliebigen Hub giebt. Indem er die Vertheilung halb öffnet und sie schwanken lässt, gelangt er selbst, wenn es erforderlich ist, dahin, den Stempel ohne den geringsten Stoss zum Ambos gelangen zu lassen. Kurz, ein geschickter Arbeiter ist gänzlich Herr des Hammers und lässt ihn gänzlich nach seinem Willen arbeiten.

Man begreift die Wirksamkeit eines Hammers von 2400 Kil., der 2 Meter hoch herabfällt, und alle daraus erfolgenden Vortheile, indem man zu jeder Zeit Herr ist, die Bewegung zu beschleunigen, oder zu verzögern, und die Kraft zu vermehren oder zu vermindern.

Schmiedewerkstatt zu Creuzot. — Fig. 4 (Maassstab von 0,005 Meter auf das Meter). Sie hat folgende Bestandtheile:

F, F', F'', Schweissöfen;

k, grosse Schmiedeesse;

k', Schmiedeesse zur Reparatur der Gezähe;

f, f', tragbare Schmiedeessen, welche man an diese beiden Puncte stellt, um die Stücke zu vollenden, wenn die Oefen *F* und *F'* nicht im Betriebe sind.

G, G', G'', Krahne, um die Stücke zum Hammer zu transportiren;

P, Aufwerfhammer, der durch eine horizontale Dampfmaschine von 16 Pferdekräften *M* bewegt wird;

T, Winde, welche durch die Maschine bewegt wird, und welche mittelst Seilen und Rollen dazu benutzt wird, die Stücke aus dem Ofen zu nehmen und sie unter die Hämmer zu bringen;

P', Stempelhammer, der von dem Ofen *F''* angebracht worden ist, und dessen Heerd in gleicher Ebene mit dem Ambos liegt.

Die grossen, mittelst der Winde herbeigezogenen Stücke gelangen auf gusseisernen Rollen zu dem Stempel.

H, H', H'', Dampfkessel, welche durch die aus den Schweissöfen entweichende Hitze gefeuert werden;

Q, Esse, welche den drei Oefen gemeinschaftlich ist.

Das Personal dieser Werkstatt ist das folgende:

1 Schmiedemeister, der mit der Leitung der Werkstatt beauftragt ist,

2 Schmiede,

2 Schweisser,

2 Maschinenwärter,

22 Gehülfen, die in zwei Rotten getheilt sind, und welche sich alle 12 Stunden ablösen.

Man verbrennt in dieser Hütte etwa 30—35 Hectoliter Steinkohlen täglich, indem gewöhnlich nur 1 Ofen im Betriebe ist, und ausserdem noch 2 Schmiedefeuer.

Taf. 51.

Selbstwirkender Dampfhammer*).

Die in den Figg. 1, 2 u. 3 der vorliegenden Tafel dargestellte Maschine ist nach sehr kleinen Dimensionen ausgeführt; sie kam als Modell nach Frankreich und kann offenbar nur zum Ausschmieden kleiner Stücke angewendet werden. Da aber ihre Construction ganz dieselbe ist, wie bei den mächtigsten Apparaten, so hat ihre Beschreibung um so weniger Nachtheile, als wir in Fig. 4 auf derselben Tafel einen hinreichenden Begriff von einem grossen Hammer zum Ausschmieden starker Stücke geben.

Fig. 1 ist eine Ansicht von der vordern Seite;

Fig. 2 eine Seitenansicht;

Fig. 3 endlich ein senkrechter Durchschnitt durch die Achse des Cylinders und des Amboses.

Bei einer nähern Betrachtung dieser Figuren wird man ohne Mühe erkennen, dass die wesentlichen Theile, aus denen die Maschine besteht, diese folgenden sind:

1) Der Ambos und seine feste Unterlage;

2) der eigentliche Hammer, seine Stange und der Dampfkolben;

3) der Dampfcylinder und der Vertheilungsschieber;

4) der eigentliche Mechanismus zum Betriebe des Schiebers, zur Regulirung und zur Schwächung der Schläge, sowie auch zur Unterbrechung oder Hervorbringung der Bewegung.

Ambos und Gerüst der Maschine. Bei den kleinen Apparaten, wie bei den in Fig. 1—3 dargestellten, ist die Basis des Hammers ein blosser gusseiserner Block *A*, welcher hoch genug ist, so dass der kleine, in der Mitte angebrachte Ambos *B*, der durch einen Schliesskeil *a* festgehalten wird, eine für den Schmied bequeme Höhe hat. Bei den grossen Apparaten ist der Ambos weit niedriger und in der Mitte einer starken Sohlplatte *A* (Fig. 4) angebracht, welche sich zu beiden Seiten des Gerüstes *J* ausdehnt. Dieses letztere ist nothwendig in zwei Stücken gegossen, welche unten durch die Grundplatte vereinigt werden, auf welche man sie festgeschraubt hat, sowie oben mittelst des gusseisernen Sockels *H*, welcher zur Aufnahme des Dampfcylinders dient. Die an den inneren Seiten dieses Gerüstes befindlichen Vorsprünge sind genau abgerichtet, um dem Hammmerträger als Leitung zu dienen, so dass er sich zwischen ihnen in einer vollkommen geradlinigen und senkrechten Richtung auf- und niederbewegen kann.

Hammer, Stange und Kolben. — Der Hammer besteht ebenso, wie der Ambos, aus einem Stück Schmiedeeisen *C*, welches auf der Bahn verstahlt und in den Kopf des beweglichen gusseisernen Blocks *D*, entweder mittelst einer Angel und eines Schliesskeils *a'* (Fig. 1—3), oder mittelst eines Schwalbenschwanzes (Fig. 4) verbunden ist. Dieser gusseiserne Block dient zur Vermehrung des Gewichts von dem Hammer, so wie zu seiner Vereinigung mit der Kolbenstange, und endlich auch zur Befestigung der Stücke, welche dazu bestimmt sind, die Veränderung der Lage des

*) Aus *Armengaud Publication industrielle des machines etc.*, *Tom. IV*, *p. 370 etc.*; hier aus der berg- und hüttenmännischen Zeitung 1846, Nr. 1 etc.

Vertheilungsschiebers während des Betriebs von dem Hammer zu bewirken. Er bewegt sich zwischen Leitungen an den beiden innern Seiten des Gerüstes, die nach dem grössern oder geringern Hube, welchen man dem Hammer geben will, mehr oder weniger hoch sind. Dieser Hub beträgt 30—40 Centimeter, oder 12—16 Zoll bei den kleinsten, und 1—1,5 Meter, oder 3—$4\frac{1}{2}$ Fuss bei den grössten Maschinen. Wir werden weiter unten sehen, wie man diesen Hub bei einem und demselben Apparat verändern kann.

Die senkrechte Stange *E*, welche den Hammer mit dem Kolben verbindet, ist mit dem erstern durch zwei flache Schliesskeile a^2 verbunden; um es soviel, als möglich, zu vermeiden, dass die wiederholten Hammerschläge diese Verbindung nicht zerstören und folglich Veranlassung zum Spielraum geben, wird die Stange in dem ganzen von dem Blocke *D* umschlossenen Theile, über und unter dem Knopf oder der Scheibe, in welche die Stange endigt, mit elastischen oder zusammendrückbaren Körpern umgeben, wohin Stücke von Holz *b'*, oder von anderen ähnlichen Substanzen gehören, die minder hart sind und einen geringern Widerstand leisten, als die Metalle.

Die Construction des Dampfkolbens *F*, ist die einer gewöhnlichen Hochdruckmaschine, mit einfacher oder mit doppelter Metallliderung.

Dampfcylinder und Vertheilungsschieber. — Der Dampfcylinder *G*, der anfänglich oben offen war, ist jetzt an beiden Enden verschlossen, nicht desshalb, weil der Apparat mit doppelter Wirkung betrieben werden muss, sondern um es möglich zu machen, oben Dampf einströmen zu lassen, entweder um die Wirkung des Hammers zu vermehren, oder um den Niedergang des Vertheilungsschiebers bewirken zu können, wie wir unten näher sehen werden.

Der Cylinder ist auf einer gusseisernen Basis *H* befestigt, und durch die Mitte derselben geht die Kolbenstange (Fig. 3); das Innere dieses Fundaments ist eine Art von kreisförmigem Canal, welcher dazu dient, den Dampf, nachdem er gewirkt hat, ausströmen zu lassen. Er ist mit einem Hahn zum Entweichen des Dampfes *f'* versehen, den der Maschinenwärter zu seiner Disposition hat, so wie auch mit dem Halse *g'*, mit welchem das Ausgangsrohr verbunden ist. An der entgegengesetzten Seite ist die gusseiserne Büchse *J* angebracht, in welcher der Vertheilungsschieber *c* eingeschlossen ist, welcher entweder den Dampf dieser Büchse durch die Leitung *e* (Fig. 3) in den untern Theil des Cylinders treten lässt, um den Kolben und mit ihm den daranhängenden Hammer aufwärts zu treiben, oder um ihn in den Canal entweichen zu lassen, der mit der Ausgangsröhre in Verbindung steht, so dass der Kolben oder der Hammer schnell niedergehen kann. An der Seite des obern Theiles von der Büchse *J* ist ein Röhrenhals *g* angebracht, welcher den Dampf aus dem Kessel durch die Röhre *f* einströmen lässt; dieselbe ist mit einem Hahn, oder besser, mit einem Regulirungsventil versehen, welches in der cylindrischen Dille *L* angebracht ist.

Mechanismus zur Bewegung des Vertheilungsschiebers. — Bei dem mit Hülfe von Taf. 50 beschriebenen Schneider'schen Hammer wird der Schieber von der Hand des Maschinenwärters oder des Schmiedes bewegt; der hier beschriebene Nasmyth'sche Hammer ist aber mit einem Mechanismus versehen, welcher die Maschine selbstwirkend macht, durch welche man aber auch im Stande ist, die Stärke der Hammerschläge nach Belieben zu erhöhen und zu vermindern, so dass man einen sehr grossen und schweren Hammer ebenso gut zum Ausschmieden grosser, als kleiner Gegenstände anwenden kann.

Die Stange *d* des Vertheilungsschiebers verlängert sich nach Oben und ist mit einem System von flachen, übereinander liegenden Federn versehen, die den aufsteigenden Schieber schnell hinabdrücken. Ein anderes System besteht in einem zweiten Schieber oder kleinen Kolben *c'*, welcher genau in eine cylindrische Büchse *J'* passt und von derselben umschlossen wird. Durch diesen kleinen Kolben wird der Schieber durch den im verlangten Moment auf jenen einwirkenden Dampf ebenfalls hinabgedrückt. Mitten in der Stange *d* ist ein Loch angebracht, welches das Ende eines Hebels *p* aufnimmt. Dieser Hebel verlängert sich auf der andern Seite und steht mittelst eines Gelenkes mit der senkrechten Stange *q* in Verbindung, welche durch die Leitungen *r*, *r'* bis zu dem untern Theile der Maschine hinabgeht, wo sie mit einem Ringe oder mit einer kleinen Verstärkung versehen ist, deren Gebrauch man bald einsehen wird. Ein Muff *q'* vereinigt die beiden Theile dieser Stange und lässt einen beweglichen Hebel *v* hindurchgehen, den man an dem einen Ende mit einem Griff *v'* versieht, um den Schieber mit der Hand bewegen zu können.

Dieser Hebel *v* stösst bei'm Emporgehen des Hammers gegen einen an diesem angebrachten Vorsprung *N*; es wird die Stange *q* hinabgedrückt, der Schieber *c* geht aufwärts und es wird die Verbindung zwischen dem untern Theile des Cylinders und der Ausgangsröhre *g* hergestellt. Der Dampf, welcher seine Wirkung unter dem Kolben geleistet, und der dadurch den Hammer gehoben hat, entweicht, und der Hammer fällt schnell hinab.

Während der ganzen Zeit des Herabfallens von dem Hammer muss der Schieber in seiner Stellung bleiben, damit der Dampf gänzlich entweichen könne; dann muss er aber in seine frühere Stellung zurückkommen, um die Verbindung des Cylinders mit dem Kessel von Neuem herzustellen, und um den Kolben mit dem Hammer wiederum zu heben. Es muss daher der Gang des Vertheilungsschiebers intermittirend seyn, d. h., er muss nur dann wirken, wenn der Hammer an den Endpuncten seines Hubes befindlich, und er muss in Ruhe bleiben, wenn der Hammer in Bewegung ist.

Gegen die Verstärkung an dem untern Theile der Stange *q'* tritt ein Hebel *u*, und zwar mittelst Einwirkung einer platten Feder *s'*, welche, sobald die Stange um eine gewisse Länge abwärts gegangen ist, den Hebel *u* nöthigt, unmittelbar über der Verstärkung Platz zu nehmen und folglich das Emporsteigen der Stange zu verhindern. Das Ausströmen des Dampfes hat alsdann seinen Fortgang. Die Schieberstange *c* ist mit einem kleinen Kolben *c'* versehen, der sich zu gleicher Zeit mit erhoben, sowie auch das kleine Ventil *j*. Ueber dem Deckel der cylindrischen Büchse *J'* ist eine gekrümmte Röhre *h* angebracht, von welcher seitwärts die kleine Röhre *k* ausläuft, die bis zu der cylindrischen Büchse *L* niederwärts geht und einen Theil von dem Dampfe aufnimmt, welcher aus dem Kessel mittelst der Röhre *f* hereinströmt.

Da nun das kleine Ventil *j* geöffnet ist, so kann der Dampf in die Büchse *J'* über den Kolben *c* dringen; allein, weil dieser alsdann die höchste Stellung einnimmt, so bleibt ihm selbst nur ein geringer Raum. Dennoch würde seine Wirkung hinreichend seyn, um diesen Kolben hinabzudrücken, wenn in diesem Augenblicke nicht ein Hinderniss stattfände, welches sich dieser Bewegung mit Schnelligkeit entgegensetzt. So lange aber, als die Stange *q'* von dem Hebel *u* festgehalten wird, bleiben der Schieber oder der Kolben *c'* in ihrer Stellung und der Dampf kann nicht wirken, welches bis zu dem Augenblicke der Fall ist, in welchem der Hammer das auszuschmiedende Stück berührt.

In diesem Augenblicke wird der Wechsel der Stellungen von den untersuchten Stücken plötzlich bewirkt; zur Erfüllung dieses Zweckes hat Herr Nasmyth folgenden sinnreichen Mechanismus ersonnen.

Auf der Fläche des Hammerträgers *D* sind zwei Vorsprünge oder Daumen *P* und *P'* angebracht; zwischen ihnen kann sich der Hebel *O* bewegen. Eine platte Feder *O'* erhält ihn in der gehobenen Stellung, die er in Fig. 1 einnimmt. Fällt nun der Hammer auf ein auszuschmiedendes Stück, so erhält er natürlich einen Stoss und die Feder öffnet sich. Sobald dies geschieht, wird der bewegliche Hebel *O* frei, er fällt plötzlich auf die verstählte Fläche des Vorsprunges *P'*, wird aber sogleich von derselben zurückgestossen, geht fast eben so schnell wieder in die Höhe und wird von der Feder, die zu gleicher Zeit ihre frühere Stellung wieder eingenommen hat, von Neuem gegen den Vorsprung *P* zurückgehalten. Der Hebel *u* wird dadurch ausgelös't, und es geht der Vertheilungsschieber nieder. Es ist nämlich der untere gekrümmte Arm von dem Hebel *u* durch eine Art von Zaum *M* mit dem Bolzen *t* an dem Gerüste des Hammerträgers, verbunden; wenn nun das abgerundete Ende des Hebels *O* niedergeht, so stösst es gegen den Zaum, welcher den Hebel *u* zurückstösst und ihn von der Stange *q'* frei macht, auf deren Verstärkung er mittelst der Feder *s'* festgehalten wurde. Die Stange *q'* ist demnach frei, und der auf den Kolben *c'* wie eine gespannte Feder drückende Dampf bewegt denselben mit dem Vertheilungsschieber abwärts. Man wird jetzt sehr wohl einsehen, dass diese Veränderung der Stellung augenblicklich ist; sie wird mit eben der Schnelligkeit bewirkt, mit welcher der Hammerschlag erfolgt. Ohne eine solche Einrichtung wird die Maschine sehr wesentlich von ihrer Wichtigkeit verlieren.

Sobald der Hammer niedergefallen ist, wird er sofort wieder gehoben, weil der Vertheilungsschieber die Eingangsöffnung *e'* für den von dem Kessel herbeikommenden Dampf öffnet, und der, indem er unter den Kolben *F* strömt, denselben zum Aufgange nöthigt. Während dieser Zeit hat sich das Ventil *j* geschlossen, und die geringe Dampfmenge, welche in die Büchse *J'* über den kleinen Kolben *c'* eingeströmt war, ist nach Aussen entwichen, indem dieselbe seitwärts Oeffnungen hat, und folglich mit den Oeffnungen *i*, mit den senkrechten Canälen *i'* und mit der Ausflussröhre *g'* in Verbindung steht.

Bei mehreren Apparaten dieser Art sucht man die Wirkung von dem Gewichte des Hammers dadurch zu vermehren, dass man über dem Kolben eine elastische Feder anbringt. Bei der hier dargestellten Maschine wird diese Feder durch den Dampf selbst gebildet, wie man aus der Fig. 3 ersehen kann.

Der Cylinder ist oben mit einem Deckel *K* verschlossen, der mit dem Kegelventile *j'* versehen ist. Ueber diesem Ventile befindet sich die gekrümmte Röhre *h'*, und wenn es geöffnet ist, so gelangen Dämpfe mittelst der Röhre *k* aus dem Kessel in den obern Theil des Cylinders über dem Kolben *f*.

Nun öffnet sich aber dieses Ventil gerade in dem Augenblicke, in welchem der Kolben das Ende seines Aufgangs erreicht, d. h. in dem Augenblicke, in welchem seine Basis schon über die Oeffnungen *i* hinaus ist; diese sind in der Stärke der Cylinderwand angebracht. Sobald nun der Kolben diese äusserste Stellung erreicht hat, so hebt er das Ventil und es strömen Dämpfe ein, wodurch zwischen ihm und dem Deckel *K* ein starker Druck stattfindet, den er gegen den Kolben mit aller Kraft ausübt und folglich den Fall des Hammers beschleunigt.

Sobald der Kolben bei seinem Niedergange die Oeffnungen *i* frei gemacht hat, entweicht der Dampf nach Aussen.

Die Maschine kann von ihrem Wärter langsam oder geschwinder, mit weniger oder mit mehr Kraft betrieben werden; sie kann aufgehalten und wieder in Gang gesetzt werden, so oft und so rasch, als man will, und alles dieses mit Hülfe von zweien Griffen *n* und *n'*, die dem Wärter zur Hand sind. Der eine von diesen Griffen ist mittelst der Stange *m* mit einem Hebel verbunden, der an der Achse des Admissionsventils in der Büchse *C* angebracht ist; diese Achse ist auf zwei Seitenschrauben beweglich, mit denen der eiserne Bügel *l* versehen ist. Der zweite Griff ist mittelst der Stange *m'* mit einem andern Hebel verbunden, der das Ende von dem Schlüssel des Hahns *f'* bewegt. Man wird einsehen, dass, wenn man das Ventil vollständig schliesst, gar kein Dampf in den Apparat strömen kann und folglich der Hammer stillstehen muss; dass, wenn man es dagegen gänzlich öffnet, das grösstmögliche Volum von Dampf einströmen und der Hammer folglich die ganze Kraft entwickeln muss, die sein Gewicht und die Wirkung der elastischen Feder, welche seinen Niedergang beschleunigt, hervorzubringen im Stande ist. Oeffnet man dieses Ventil aber nur um eine gewisse Grösse, so wird die Stärke der Hammerschläge vermindert, weil alsdann weniger Dämpfe einströmen und folglich auch seine Spannung und seine Wirkung geringer ist.

Mittelst des Hahns *f'* kann man entweder ebenfalls den Fall des Hammers vollständig aufhalten, indem man ihn verschliesst und folglich das weitere Ausströmen des Dampfes verhindert, oder man kann seinen Fall bedeutend schwächen, indem man den Hahn nur so weit offen lässt, dass der Dampf nur langsam entweichen kann. Man kann das Ausströmen des Dampfes selbst so reguliren, dass der Hammer in die Nähe des auszuschmiedenden Stücks gelangt, nur einen schwachen Schlag darauf ausübt oder es kaum berührt.

Endlich kann man auch noch den Schieber mit der Hand bewegen, welches zuweilen erforderlich ist, wenn man einige langsame Hammerschläge geben will. Man fasst alsdann den Griff *b*, welcher mit dem Zügel *M* in Verbindung steht, um denselben von den Hebel *O* zu entfernen, und wendet alsdann den Griff *v'* an, der mit dem Hebel *v* in Verbindung steht und folglich auch mit der Schieberstange *q*. Man kann in diesem Falle nicht nur Hammerschläge mit beliebigen Zwischenräumen hervorbringen, sondern auch ihre Wirkung begrenzen, indem man die Höhe des Hammerhubes vermehrt oder vermindert.

Mittel, den Fall des Hammers zu reguliren. — Bei den kleinen Apparaten braucht die Höhe von dem Hammerhube nicht verändert zu werden; bei grössern Apparaten aber, wie der in Figur abgebildete, ist eine mechanische Vorrichtung, um den Hub beliebig verändern zu können, durchaus erforderlich.

Statt dass die Stange *q*, welche an dem Hebel *p* des Vertheilungsschiebers hängt, ganz einfach ist, wie in Fig. 1, steht sie durch Gelenke mit einer senkrechten Stange *q'* in Verbindung, welche an beiden Enden in Leitungen befindlich, am grössten Theil ihrer Länge mit Schraubengewinden und mit einem Muffe *v'* versehen ist, der eine Schraubenmutter bildet. Dieser Muff ersetzt das Stück *q'*, von welchem wir weiter oben geredet haben, und auf welches der Hebel *v* einwirkt, der, statt seinen Stützpunct an dem Gerüste der Maschine zu haben, im Gegentheile von der Schraubenmutter v^2 getragen wird, durch welche eine zweite Schraube q^2 geht, die der erstern

ähnlich und parallel ist. Man wird sogleich einsehen, dass, wenn der Maschinenaufseher mit Hülfe der kleinen Kurbel *c* die beiden Winkelräder *j* dreht, sich zu gleicher Zeit die Schrauben q' und q^2 bewegen, welche durch die beiden Getriebe *z* und z' miteinander in Verbindung stehen, so dass die beweglichen Schraubenmuttern v' und v^2 nieder- oder aufwärts gehen.

Nun haben wir gesehen, dass in dem Augenblicke, in welchem der Vorsprung *N* auf das Ende des Hebels *v* wirkt, wenn der Hammer aufwärts geht, sich der Vertheilungsschieber hebt, weil alsdann die Stange *q* abwärts zu gehen und an dem Hebel *p* zu ziehen genöthigt ist. Offenbar ist der Fall des Hammers um so grösser, je höher der Hebel *v* gehoben wird, weil er alsdann später berührt wird, und dass dagegen der Hub um so geringer seyn wird, je niedriger der Hebel steht, indem er alsdann früher berührt wird. So kann man bei einem Apparate, dessen Dampfcylinder dem Kolben einen Lauf von 1,50 Meter gestattet, wenn man dem Gerüste die erforderliche Höhe giebt, den Hammer diese ganze Höhe von 1,50 Meter herabfallen lassen, wogegen man aber auch mit demselben Apparate dem Hammer nur den geringen Fall von, z. B., 25 bis 30 Centimeter geben kann, wenn man nur kleine Stücken ausschmieden will.

Es ist aber zu dem Ende noch erforderlich, dass der Schieber den Dampf in den erforderlichen Augenblicken unter den Kolben strömen lassen kann, sey nun übrigens der Hub, den man diesem geben will, welcher er wolle. Es ist zu dem Ende hinreichend gewesen, den Zaum *M* sehr lang zu machen, wie Fig. 4 zeigt, so dass er die Einwirkung des beweglichen Stücks *O* stets erhalten kann. Es hat dieser Zaum alsdann zwei feste Puncte b' und steht mit dem Hebel *u* durch ein Parallelogramm in Verbindung, dessen Einrichtung aus der Abbildung leicht deutlich werden wird. Will man nun den Zaum von dem Hebel *O* losmachen, so hebt man das Pedal *b* mit Hülfe eines sehr langen Schlüssels, den der Aufseher sehr schnell an seinem Ende emporhebt, und den er nach Belieben bei Seite legt, damit er nicht hindern könne, wenn der Apparat für sich allein wirkt.

Es ist unnöthig, zu bemerken, dass die in Fig. 4 dargestellten Maschinentheile denen der vorhergehenden Maschine ganz gleich sind, nur dass sie bedeutendere Dimensionen haben, die im Verhältnisse zu der Kraft des Hammers stehen. Wir bemerken nur noch, dass der Griff *h*, welcher zum Oeffnen und Verschliessen des Admissionsventils in der Büchse *L* dient, mit demselben durch die Stange *M*, sowie durch das Spiel des Hebels *l* und der horizontalen Stange l' in Verbindung steht, und dass fast dasselbe bei dem Griffe stattfindet, der zur Bewegung des Ausgangshahns dient. Endlich um den Cylinder und den Schieber zu reinigen, wenn der Apparat in Betrieb gesetzt werden soll, hat man an der Seite einen kleinen Hahn *y* angebracht, der mit einer Röhre *x* versehen ist, der den verdichteten Dampf nach Aussen abführt.

Wie wir gesagt haben, und wie auch die Abbildungen zeigen, so construirt man diese Hämmer zum Ausschmieden von Stücken aller Dimensionen. Nachstehende Tafel giebt eine Vergleichung der Cylinderdurchmesser zu dem Gewichte des Hammers, den Dampfdruck im Cylinder zu 4 Atmosphären angenommen.

Gewicht des Hammers in Kilogr.	Durchmesser des Cylinders in Centimet.	Oberfläche des Kolben in Q.Centimet.
100	0,102	80,64
200	0,120	143,45
300	0,160	201,66
400	0,182	258,06
500	0,203	322,50
1000	0,274	586,40
1500	0,335	880
2000	0,370	1074,80
2500	0,414	1344
3000	0,435	1488,70
3500	0,454	1616
4000	0,485	1848

Wir theilen zum Schlusse in der folgenden Tabelle die Beobachtungen der Herren Gebrüder Schneider über die Dampfhämmer mit, indem wir die Spannung des Dampfes im Kessel zu 4 Atmosphären annehmen.

Gewicht des Hammers in Kil.	Hub des Hammers in Met.	Gewicht des Apparats.	Heizoberfläche in Q.Met.
500	0,80	11,000	12
1000	1	16,000	15
1500	1,50	18,000	20
3000	2	30,000	30
4500	2,50	50,000	40

Rotirende Zängemaschine. — Die Figg. 5—7 sind erstere ein horizontaler Durchschnitt, die zweite ein senkrechter Durchschnitt und die dritte ein Aufriss, der von dem Engländer Heinrich Burton neuerlich erfundenen, rotirenden Zängemaschine.

Der Apparat hat folgende Zusammensetzung:

AAA, Grundplatte mit 5 gusseisernen Säulen und mit dem untern Zapfen einer senkrechten Welle *F*;

B, C, D, E, F, gusseiserne, auf der Platte befestigte Säulen, die oben durch Bogen miteinander verbunden sind, die den obern Zapfen derselben Welle *F* aufnehmen;

FF, senkrechte Welle mit einem cannelirten Cylinder *GG*, dessen unterer Theil mit einem Winkelrade *EE* verbunden ist, welches durch das Getriebe *E* in Bewegung gesetzt wird;

HH, schwerer gusseiserner Ring, welcher über *FF* geschoben werden kann, und der den Zweck hat, die Luppen zu stauchen;

KK, cannelirtes gusseisernes Excentricum, welches an den Säulen befestigt ist;

L, Haken, welcher den Zweck hat, die gezängte Luppe frei zu machen;

M, Schraper, welcher den Zweck hat, die von der Luppe fallenden Schlacken wegzunehmen.

Fig. 8—11 beziehen sich auf die Construction der Kaliber und sind bereits im systematischen Texte beschrieben.

Tafel 52.

Stirnhammer.

Stirnhammer (construirt von den Herren **Flachat** und **Petiet**). — Die Figuren 1, 2 und 3 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) zeigen ihn im Aufrisse, im Grundrisse und im Durchschnitte nach *AB*. Man wendet dieses System in den englischen Stabeisenfabriken am Gewöhnlichsten zum Zängen der Puddelofenluppen an.

Das Fundament besteht aus 4 Linien von Schwellen *ab*, *a′b′*, *cd* und *c′d′*, die auf einem Mauerwerke ruhen, welches seinerseits auf ein Cementbett gelegt worden ist. Der Ambosstock steht ebenfalls auf Cement, der zwischen zwei Mauern von Quadersteinen eingegossen worden ist; auch wird er von dem Schwellwerke unterstützt, ohne dass sein Senken irgend einen Einfluss auf dessen Lage haben könnte. Ein solches Fundament ist das zweckmässigste und festeste für solche Hämmer und verdient daher allgemein angewendet zu werden. Es ist bei Weitem einem allgemeinen Fundamente vorzuziehen, auf welches man sowohl die Hülsenständer des Hammers, als auch die Zapfenlager der Triebwelle und den Ambos selbst stellt, indem in diesem Falle das Mauerwerk und die Schwelle, unter der Einwirkung der Hammerschläge, sehr bald lose werden, welches dann fortwährend zunimmt. Man vermeidet diese Nachtheile, wenn man diejenigen Theile des Gerüstes, welche Stössen unterworfen sind, von denen trennt, welche nur mässige Anstrengungen zu erleiden haben, und indem man sie unmittelbar auf eine Sohle stellt, welche darauf vorbereitet ist, die Stösse und Erschütterungen, die eine Folge der Wirkung des Apparats sind, unschädlich zu machen.

Die beiden Hülsenständer *P,P* des Hammers und das Zapfenlager *P′P′* der Welle stehen sämmtlich auf einer und derselben Sohlplatte *QQ*; es ist dies das beste und einzige Mittel, das Feststehen von Puncten zu sichern, deren relative Entfernungen unveränderlich seyn müssen, und es muss unter keinerlei Ausnahme bei der Construction aller Hämmer, von welcher Art sie auch seyn mögen, angewendet werden. Mit einem Worte, es muss als Constructionsprincip angenommen werden, ebenso wie die Isolirung der dem Stosse unterworfenen Puncte.

Die Hülsenständer *P,P* haben dieselbe Einrichtung, wie die von Unten gehobenen Aufwerfhämmer, allein es ist bei den Stirnhämmern unnütz, die Zapfen mit dem Zapfenlager durch Pfannendeckel zu verbinden, weil bei diesen das Kreuzstück nicht gehoben wird.

Ebensowenig braucht man auch die Zapfen der Triebwelle *AA* mit Pfannendeckeln zu versehen, da der Hebekranz *B* und das Schwungrad *V*, dessen Kranz allein schon 7000 Kil. wiegt, eine hinreichende Masse darbieten, um die Hebung dieser Welle zu verhindern.

T, Hammerkopf; er ist mit einem Auge versehen, in welchem die Angel der Hammerbahn *T′* passt, und ausserdem ist er auch noch mit zwei Ohren *R* versehen, welche zum Stauchen der Luppen nach dem Zängen dienen.

Der Ambos *E* liegt in der Chabotte *T*, und diese ist in eine Platte mit Randleisten *F′*,*F′* eingelassen, welche auf dem Hammerstocke befestigt worden ist.

Einzelne Theile des Stirnhammers. — Die Fig. 4—8 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) stellen folgende einzelne Theile dar:

Fig. 4, Durchschnitt des Schwungradkranzes nach *MN*.

Fig. 5 die Hälfte des Hebekranzes, und die Art und Weise, wie die Hebedaumen in denselben eingelassen sind. Es ist sehr wesentlich, dass dies Stück ein bedeutendes Gewicht habe.

Fig. 6, ein einzelner Hebedaumen.

Fig. 7, Ambos und Hammerbahn.

Fig. 8, Pfanne des Hülsenzapfenlagers.

Materialien, die zur Construction eines Stirnhammers angewendet werden:

Mauerwerk			25,00 Cub. Met.
Zimmerwerk			12,00 —
Roheisen:	der Hammer	3500 Kil.	32500 Kil.
	Sohlplatte	2500 —	
	Die Ständer	2800 —	
	Welle	4400 —	
	Schwungrad	6000 —	
	Hebekranz	6300 —	
	Die Chabotte, eren Platte u. der Ambos	7000 —	
Schmiedeeisen			1300 Kil.
Rothguss			110 —

Tafel 53.

Quetschmaschinen (*Squeezers*).

Quetschmaschine zu Vierzon im franz. Cherdepartement (construirt von den Herren Flachat und Petiet). — Die Figg. 1 und 2 (Maassstab von 0,25 Meter auf das Meter) zeigen:

Fig. 1, Aufriss des Apparats und Durchschnitt der Sohlplatte.

Fig. 2, Grundriss der Maschine, nebst Angabe der Bewegungsmittheilung.

Beschreibung des Apparats. — *QQ* Schwellwerk, welches eine Verlängerung von dem der Bewegungsmittheilung ist;

AA, Triebwelle, welche an ihrem einen Ende mit einer Kurbel versehen ist, mit welcher sich die Kurbelstange verbindet;

LM, Sohlplatte, welche sich bis unter die Zapfenlager der Triebwelle verlängert;

E,E, Ständer, welche auf der Platte befestigt sind, und welche die Achse des Quetschwerks aufnehmen;

G,G, gusseiserne Leitungen, zwischen denen sich das hintere Ende des Quetschwerks bewegt;

F, cannelirter Ambos, welcher auf dem Schwellwerke befestigt ist;

D, Balancier, mit dessen unterm Ende die eiserne Kurbelstange *B* verbunden ist;

Einzelne Theile. — Fig. 3—14 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter):

Fig. 3, 4 und 5, Grundriss, Durchschnitt nach *AB* und Aufriss der Sohlplatte *LM* und des Amboses; *V* Oeffnung für den Schwanz der Presse.

Fig. 6, Aufriss des Balanciers.

Fig. 7, Seitenansicht des Schwanzes, mit welchem die Kurbelstange verbunden ist.

Fig. 8, Durchschnitt nach *DE*, welcher das Stück Blech *aa'*, welches das Gusseisen schützt und die beides verbindenden Bolzen *d.d* zeigt.

Fig. 9, Durchschnitt *FG* des Theils, welcher an den Leitungen anliegt.

Fig. 10, Querdurchschnitt des Schwanzes nach *MN*.

Fig. 11, Ständer mit den Zapfenlagern für die Balancierzapfen. *S*, Druckschraube nebst Mutter; *b* Sicherheitsbüchse.

Fig. 12 und 13, einer von den Ständern, an welchen die Leitungen des Balanciers befestigt sind.

Fig. 14, Leitung von Gusseisen, an welcher sich das hintere Ende des Quetschmaschinenbalanciers reibt. Sie ist in dem Theile *de* des Ständers, Fig. 13, eingelassen. Die Bolzen *b, b* dienen dazu, sie nach Hinten zu ziehen und die 4 übrigen *b'* sie gegen den Balancier zu drücken.

Materialien, die zur Construction dieses Apparats angewendet worden sind:

Zimmerwerk		6 Cub. Met.
Roheisen: der Balancier und die Platte	6200 Kil.	8900 Kil.
Ambos, Ständer etc.	2700 —	
Schmiedeeisen		1100 —
Rothguss		36 —

Quetschwerk oder Presse zu Decazeville. — Fig. 15, 16, 17 und 18 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter).

Fig. 15 und 16, Aufriss und Grundriss des Apparats.

Fig. 17, Zapfenständer der Maschine.

Fig. 18, Querdurchschnitt *PQ* der Bahn von dem Quetscher.

Dieser Apparat ist viel zu schwach.

LM, Sohlplatte, welche auf einem gusseisernen Gerüste befestigt ist;

D, der eigentliche Quetscher;

R, Gegengewicht am hintern Theile des Quetschers;

B, Triebstange;

Q, Platz, auf welchen die Luppen gelegt werden.

Quetschwerk zu Abainville. — Fig. 19 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter), Aufriss. Fig. 20, Grundriss. *D*, zweiarmiger Quetscher; *E*, Ständer; *B*, eiserne Kurbelstange; *A*, Triebwelle.

Diese Einrichtung ist sehr zweckmässig und verdient unter allen den Umständen angewendet zu werden, wo es die Localität gestattet.

Tafel 54.

Scheere für grobe Eisensorten.

Scheere für grobe Eisensorten. — Die Fig. 1, 2 und 3 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) stellen eine grosse Scheere mit geraden Schenkeln, welche durch eine excentrische Scheibe bewegt wird, in der Seitenansicht, im Grundrisse und in einer Endansicht dar.

Erklärung der Bewegung.

AA, Triebwelle, welche einen Theil der Bewegungsmittheilung von einem Walzwerke ist;

X X, gusseisernes Excentricum;
G, gusseiserne Rolle am Ende des Schenkels *P* der Scheere;
P, langer Schenkel der Scheere;
T, Kopf der Scheere, durch welchen ein eiserner Nagel *t t* geht;
L, Blatt oder Schneide von Stahl, welches an der Backe befestigt ist;
S S und *s s*, Fuss und Docken der Scheere.

Die Scheere ist auf dem Schwellwerke der Bewegungsmittheilung befestigt; der Fuss ist mit 8 Fundamentbolzen festgeschraubt und mit dem der Wellzapfenlager verbunden.

Einzelne Theile. — Fig. 4 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter). Endansicht der Docke, welche die feste Schneide trägt, mit dieser Schneide *L'* und der schmiedeeisernen Sicherheitsvorrichtung *G*.

Fig. 5, einzelne Theile dieser Vorrichtung *G*, mit Angabe der Art und Weise, wie sie mit der Docke verbunden wird. Dieses Stück hat den Zweck, es zu verhindern, dass die abzuschneidenden Stäbe sich nicht auf der festen Schneide umbiegen, statt dass sie abgeschnitten werden.

Fig. 6 und 7, Aufriss und Grundriss des Aufhalters der Scheere; dies Stück dient zur Regulirung der Länge der abzuschneidenden Stücke.

Fig. 8, Support des Aufhalters.

Fig. 9, verschiebbares Stück auf der Stange des Aufhalters, es wird nach Belieben mittelst einer Druckschraube festgestellt.

Tafel 55.

Grosse Scheere mit Schwanz oder gebogenem Schenkel.

Grosse Schwanzscheere (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter).
Fig. 1, Aufriss nach dem Durchschnitte *M N*.
Fig. 2, Grundriss.
Fig. 3, hintere Ansicht der Scheere, nach der Durchschnittslinie *O P*; die Kurbelstange ist hier weggelassen.

A, Triebwelle;
M, gusseiserne Kurbel;
B, schmiedeeiserne Kurbelstange;
S S, Fuss der Scheere mit den beiden Docken *M, M'*, durch welche der Nagel *N N* geht; eine von den Docken ist mit der Schneide *L'* versehen;
T, Kopf der Scheere mit seiner Schneide *L*;
P, Schwanz mit einer Gabel, die das Ende der Kurbelstange aufnimmt;
G, schmiedeeiserne Sicherheitsvorrichtung (*gardes*);
R, Aufhalter;
g g, eiserne Leitung, welche in einer von den eisernen Docken eingelassen ist; sie wird mittelst 4 Schrauben gegen den Schwanz der Scheere gedrückt, um es zu verhindern, dass sich die Schneiden voneinander entfernen;
Q Q, Schwellwerk des Fundaments.

Einzelne Theile. — Fig. 4 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter); Kurbel im Grundrisse und im Durchschnitte, durch die Achse gesehen.

Fig. 5, Kopf der Kurbelstange.

Materialien, die zur Construction dieser Scheere angewendet worden sind.

Mauerwerk			10,00 Cub. Meter
Zimmerwerk			4,50 —
Roheisen			3500 Kil.
Schmiedeeisen:	Bolzen	180 Kil.	680 Kil.
	Sicherungsvorrichtung, Aufhalter etc.	200 —	
	Kurbelstange, Achse etc.	300 —	

Tafel 56.

Verschiedene Scheeren.

Blechscheere. — (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter).

Fig. 1, Aufriss dieser Scheere, wobei angenommen worden ist, dass die erste Linie des Schwellwerks weggenommen worden sey; dieser Aufriss zeigt die Bewegungsmittheilung zwischen der Triebwelle und der Scheere.

Fig. 2. Grundriss oder Ansicht von oben der ganzen Vorrichtung.

Einzelne Theile der Blechscheere. — Fig. 3—9 (Maassstab von 0,050 Meter auf das Meter).

Fig. 3, Seitenaufriss der Scheere und ihrer Docke.

Fig. 4, Querdurchschnitt nach *D E* und Ansicht von Hinten.

Fig. 5, Grundriss der Docke (die Scheere ist hinweggenommen worden).

Fig. 6, Excentricum auf der Triebwelle und Durchschnitt nach *a b*.

Fig. 7, eiserner Ring für das Excentricum.

Fig. 8, Dreieck, welches sich um den Punct *o* schwingt und bei *o'* und *o''* die beiden Zugstangen aufnimmt.

Fig. 9, Zapfenlager, welches an dem Sohlwerke befestigt ist, welches die Achse des schwingenden Dreiecks trägt.

Beschreibung der Theile des Apparats:

Q Q, Fundament;

A A, Triebwelle;

X, gusseisernes Excentricum (einzeln in Fig. 6);

B, geneigte Zugstange, welche das Excentricum mit dem schwingenden Dreieck verbindet (einzeln in Fig. 8);

R, schwingendes Dreieck;

B', horizontale Zugstange, welche das Dreieck mit dem Scheerenschwanze verbindet;

S S, Docke;

M M', Lager für die zu beschneidenden Blechtafeln;

V, Einschnitt in den Fuss, Fig. 5, zum Durchgange des Scheerenschwanzes;

g, eiserne Leitungen (Fig. 3 und 4), welche durch 4 Schrauben festgehalten und angedrückt werden;

T, *P*, Kopf und Schwanz der Scheere (Fig. 3).

Transportirbare oder Handscheere. — Fig. 10 und 11 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter).

In dem Aufrisse (Fig. 10) und in dem Grundrisse (Fig. 11) bemerkt man:

B, gusseisernes Gerüst, welches auf 4 Rädern *R* ruht;

G, schmiedeeiserne Leitung für den Hebel;

L, Hebel oder Scheerenschenkel mit der beweglichen Schneide.

Handscheere, welche auf einer Richtbank oder Richtplatte befestigt ist. — Fig. 12, 13 und 14 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter).

Q Q, Fuss der Richtplatte;

P P, Richtplatte, 6 bis 8 Meter lang;

B, Scheerendocke;

L, Hebel oder Schenkel mit der Schneide;

G, schmiedeeiserne Leitungen für den Hebel.

Tafel 57.

Luppen- oder Puddelwalzwerk.

Luppenwalzwerk (construirt von den Herren Flachat und Petiet). — Die Fig. 1, 2 und 3 (Maassstab von 0,03 Meter auf das Meter) zeigen in einem Aufrisse, Grundrisse und Durchschnitte die allgemeine Einrichtung eines Luppen- oder Puddelwalzwerks. Der Durchschnitt (Fig. 3) ist nach *A B* (Fig. 1) gemacht worden.

Beschreibung der Theile, welche das Walzwerk bilden:

A, Triebwelle, welche ihre Bewegung von dem Räderwerke *E* erhält;

G, Vorrichtung zum Ein- und Ausrücken der Bewegung;

T, Verbindungswelle mit kreuzförmigen Angriffszapfen zwischen dem Walzwerke und der Welle *A*.

F, Gabelförmiges Support, in welchem die Welle *T* ruht;

P, Getriebegerüste, welches mit *T* gekuppelt ist;

N, Muffen, welche die Kuppelungswellen verbinden;

Q, Kuppelungswellen mit hölzernen Riegeln, die mit Riemen festgehalten werden, und welche die Muffen auseinander halten;

D, Streckwalzgerüst;

M, Schlichtwalzgerüst für flache Rohschienen;

R R', hölzerne Rinne, welche auf dem Walzgerüste ruht und das Wasser mittelst kleiner kupferner Röhren *r* auf den Zapfen vertheilt;

S S', eiserne Schiene, auf welcher sich die beiden Rollen *L, L'* bewegen; es werden daran die Zangen oder Haken *a, v* zum Heben der Luppenstücke und Stäbe aufgehängt.

Materialien, welche zur Construction eines Puddelwalzwerks angewendet werden:

Mauerwerk			30,00 Cub. Met.
Zimmerwerk			8,60 —
Roheisen: die Ständer	18400 Kil.	}	
Platten	8200 —	}	35600 Kil.
Nebentheile	9000 —	}	

Schmiedeisen:	Bolzen	450 Kil.	2170 Kil.
	Garnituren	900 —	
	Lange Bolzen etc.	320 —	
	Abstreicheisen etc.	500 —	
Rothguss			800 Kil.

Fundament von Quadersteinen (Maassstab von 0,03 Meter auf das Meter). — Diese in England angewendete Art und Weise der Fundamentirung besteht aus zwei Mauern von behauenen Steinen, auf denen zwei gusseiserne hohle Balken *X, X'* ruhen, in welche die Ständer eingeschoben werden; an gewissen Puncten sind die beiden Balken durch Querplatten miteinander verbunden.

Die Platten *p, p* schützen die Muttern der Fundamentbolzen gegen die Erde der Hüttensohle.

Tafel 58.

Puddelwalzwerk (einzelne Theile).

Getriebegerüst. — Fig. 1, 2 und 3 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter), Aufriss, Seitenansicht und Grundriss nach dem Durchschnitte *A B*.

Beschreibung. — *BB*, die obere Schwelle des Fundaments im Durchschnitte;

S S, Sohlplatte (im Durchschnitte);

P P', Ständer;

H, Kappe oder Sattel des Gerüstes (im Aufrisse und Grundrisse);

V, V', Bolzen mit 2 Muttern, welche die Kappe festhalten; ihr Durchmesser beträgt 0,065 Meter; sie haben 0,018 Meter hohe flache Gänge;

a, a' und *b, b'*, Pfannen von Rothguss des untern Getriebes;

E E', Lager des obern Getriebes;

d d' und *e e'*, Pfannen von Rothguss.

Walzengerüst. — Fig. 4, 5, 6 und 7 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter), Aufriss, Seitenansicht, Durchschnitt durch die Achse und Grundriss nach dem Durchschnitte *A B*.

Beschreibung. — *P P'*, Ständer des Gerüstes; *H*, ihre Kappe;

L, L, Nuthen in den Ständern; *O, O*, Löcher für die Bolzen;

a a', *b*, Pfannen der untern Walze;

E E' und *D D'*, obere Lager;

T, Sicherheitsbüchse;

d d' und *e e'*, Pfannen von Rothguss;

V, Schraube von 0,13 Meter Durchmesser und von 0,034 Meter hohen flachen Gängen; sie geht durch die Kappe des Gerüstes, in welche eine Schraubenmutter von Rothguss *R* eingelassen worden ist (Fig. 6);

F (Fig. 8), Schlüssel zur Bewegung der Schraube *V*;

v, v, Stellschrauben für die Lager.

Die Fig. 9 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter) giebt die Art und Weise an, wie die Seitenpfannen der Walzenzapfen gestellt werden. Die dazu angewendete Vorrichtung besteht aus 2 eisernen Keilen *K* und *K'*, von denen die letztere mit 2 Ansätzen *a, a* versehen sind, welche durch das Gusseisen gehen und die Stütze der

Pfanne aufnehmen. Zieht man nun die Schraubenmutter des Keiles *K* an, oder lässt sie los, so nähert oder entfernt man die Pfanne von dem Walzenzapfen.

Die Fig. 10 und 11 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) stellen die Lage der Einlassplatte *T* und der Abstreichplatte *P* des ersten Gerüstes dar.

Die Fig. 12 und 13 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) geben die Lage der Einlassstange *R*, sowie die der obern und untern Abstreifmeissel *G* und *S* des zweiten oder Schlichtwalzgerüstes an.

A, Balken, auf welchem die Abstreifmeissel ruhen; er muss sehr stark seyn; bei einem 1,40 Meter langen Walzenkörper, macht man ihn etwa 0,08 Meter in Quadrat stark.

Auf der vordern Seite des Schlichtwalzwerks bringt man die schon erwähnte runde Eisenstange *R*, oder eine gusseiserne Einlassplatte, wie bei dem Streckwalzwerksgerüste, an.

Die Fig. 14 und 15 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter) stellen den Aufriss und Durchschnitt von einem Kuppelungsgetriebe, sowie eine Endansicht und einen Längendurchschnitt von einem Muffe dar.

Die Fig. 16 und 17 (Maassstab von 0,05 und 0,10 Meter auf das Meter) stellen in einem Aufrisse, in einer Seitenansicht und in einem Grundrisse das gabelförmige Support der einen Kuppelungswelle dar, welche mit der Vorrichtung zum Ein- und Ausrücken der Bewegung versehen ist.

An der Fig. 16 bemerkt man:

S S, Sohlplatte des Walzgerüstes;

s s, Fuss des Supports, der in der Mitte ein ausgebohrtes Loch *T* hat, in welches der Zapfen der Gabel tritt;

a b c, gabelförmiges Support.

Die Fig. 18 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter) giebt die Hälfte von der Hälfte der Ein- und Ausrückmuffen, sowie einen Durchschnitt durch die Achse derselben.

Die Fig. 19 und 20 (Maassstab von 0,10 auf das Meter) stellen die Construction der Kaliber für die Streck- und die Schlichtwalzen dar.

Tafel 59.

Stab- oder Grobeisenwalzwerk.

Grobeisenwalzwerk (construirt von den Herren Flachat und Petiet). — Die Fig. 1, 2 und 3 (Maassstab von 0,03 Meter auf das Meter) stellen das Ganze von einem solchen Walzwerke in Aufriss, Seitenansicht und Grundriss dar.

Beschreibung. — Es hat dieses Walzwerk die folgenden Bestandtheile:

P, Getriebegerüst;

D, Streckwalzengerüst;

N, Schlichtwalzengerüst;

S, Polir- oder Bandeisenwalzengerüst.

Alle diese Gerüste sind auf einer und derselben Grundplatte *M M'* befestigt, welche auf zwei parallelen Linien von Schwellen *Q'*, *Q'* ruhen.

Die Schwellwerke stehen auf einem Cementbett und werden seitwärts von Mauern gehalten; sie sind mit denen für die Bewegungsmittheilung *Q Q* verbunden.

Die Bewegung wird mittelst der Welle *A* und der Ein- und Ausrückungsmuffen *G*, *G'*, mittelst der Welle *B*, welche auf dem Support *F* ruht, sowie durch den Muff *E* dem untersten Getriebe mitgetheilt.

Gestalt der Kaliber. — Fig. 4, 5 und 6 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Streckwalzen Nr. 1, Nr. 2 und Nr. 3.

Fig. 7 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Walzen mit flachen Kalibern, mit Polirwalze in der Mitte.

Fig. 8 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Walzen mit quadratischen Kalibern, deren Enden ineinander eingreifen; diese sehr zweckmässige Einrichtung wird nicht allgemein angewendet.

Fig. 9 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Flacheisenkaliber, bei denen die Stärke des Eisens auf beide Walzen vertheilt ist; diese Methode darf nur dann angewendet werden, wenn die Kaliber sehr tief sind.

Fig. 10 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Gestalt der runden oder quadratischen Kaliber, mit Angabe der ihnen zu ertheilenden Erweiterung, um vollkommen rundes oder vollkommen scharfkantiges Eisen zu erlangen.

Fig. 11 (Maassstab von 0,50 Meter auf das Meter, oder in halber natürlicher Grösse), Gestalt einer Ständerseitenfläche.

Materialien, die zur Construction eines Grobeisenwalzwerks erforderlich sind:

Mauerwerk			31 Cub. Met.
Zimmerwerk			9 —
Roheisen:	Ständer	12600 Kil.	21900 Kil.
	Platten	4500 —	
	Getriebe, Wellen etc.	3000 —	
	Einlassplatten etc.	1800 —	
Schmiedeeisen:	Schrauben	750 —	3250 —
	Keile etc.	400 —	
	Bolzen, Ketten etc.	500 —	
	Schraubenschlüssel	600 —	
	Abstreichmeissel etc.	1000 —	
Rothguss			750 —

Tafel 60.

Grobeisenwalzwerk (einzelne Theile).

Getriebegerüst. — Die Fig. 1, 2 und 3 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) geben den Aufriss, die Seitenansicht, den horizontalen Durchschnitt *A B* und den Grundriss der Kappe des Getriebegerüstes.

Walzgerüst. — Fig. 4 — 7 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter), Aufriss, Seitenansicht, Durchschnitt durch die Achse, horizontaler Durchschnitt.

In der Fig. 4 sieht man, dass der obere Cylinder durch die Keile *d, d'*, die unter dem Stabe *a b* liegen, welcher das Lager trägt, höher oder niedriger gestellt werden können. Oben wird die Stellung der Walze durch die Schraube *V* bewirkt.

Die Regulirung von der Seite her wird durch die 4 Schrauben und Schraubenmuttern *v* und *e*, welche durch die Ständer gehen, bewirkt. Die 8 kleinen Schrauben *v'* dienen dazu, die Pfannen gegen den Hals des Zapfens zu drücken.

Die Fig. 8 giebt den Grundriss einer Ständerkappe an, der mit einem Kreisbogen, der Löcher enthält, versehen ist; in eins derselben steckt man einen Nagel, wodurch der Schraubenschlüssel gehindert wird, sich zu drehen.

Ständer des Bandeisens oder Polirwalzwerks mit dem Schraper oder Abschaber. — Fig. 9 und 10 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter), besondere Darstellung dieses Gerüstes.

Gabelförmiges Support und seine Sohlplatte. — Fig. 11, 12 und 12 bis (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter), Aufriss, Grundriss und Seitenansicht.

Pfannen und Lager des Getriebgerüstes. — Fig. 13, 14 und 15 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Fig. 16, Schraube, welche die Kappe mit den Ständern verbindet.

Getriebe mit sich kreuzenden oder abwechselnden Zähnen. — Figur 17 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Aufriss und Durchschnitt.

Fig. 18 und 18 bis (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), grosse Schraube und Schraubenschlüssel von einem Walzenständer.

Pfannen und Zapfenlager des Walzgerüstes. — Fig. 19, 20, 21 und 22 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter).

Einzelne Theile des Schrapers. — Die Fig. 23—28 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter) geben die Abbildungen der folgenden Theile:

Fig. 23, obere und bewegliche Backen des Schrapers von dem Bandeisenwalzwerke.

Fig. 24 und 25, Grundriss und senkrechter Durchschnitt *ab* der Büchse oder des feststehenden Theils von dem Schraper.

Fig. 26, 27 und 28, Aufriss, Grundriss und Durchschnitt nach *dg* des gusseisernen Supports, den man zwischen die beiden Ständer anbringt, und auf denen die Schraperbüchse ruht.

Kuppelungswellen und Muffen. — Fig. 28 bis und 29 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Kuppelungswelle in der Längenansicht und im Durchschnitte; erste Welle zur Mittheilung der Bewegung mit einem im Durchschnitte dargestellten Muffe.

Aus- und Einwirkung in zwei Theilen. — Fig. 30 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter); der eine Theil dieses Muffs ist auf der Triebwelle festgekeilt, der zweite Theil ist auf dem Ende der Welle Fig. 29 beweglich.

Wir haben auf dieser Tafel die Einrichtung der Einlass- und der Abstreifplatten nicht angegeben, da sie im Wesentlichen dieselbe ist, wie bei dem Puddelwalzwerke (Fig. 10—13, Taf. 57).

Tafel 61.

Feineisenwalzwerk.

Feineisenwalzwerk (entworfen von den Herren Flachat und Petiet). — Die Fig. 1 und 2 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) geben die allgemeine Einrichtung eines Feineisenwalzwerks.

Beschreibung. — Dieses Walzwerk besteht, wie folgt:

P, aus dem Getriebegerüst;

C, aus 5 Walzgerüsten, von denen die 3 ersten Walzen von 0,60 Meter Körperlänge sind und die beiden andern Walzen von 0,40 Meter. Das letztere kann auch so eingerichtet werden, um Ausstreckwalzen (*spatards*) von 0,25 Meter Körperlänge aufzunehmen.

Die Bewegung wird dem Walzwerke durch die Welle *A* ertheilt, welche mit dem mittlern Getriebe durch einen Muff verbunden ist. Alle Gerüste können 3 Walzen aufnehmen; allein wenn man nur zwei anwenden will, so ersetzt man die dritte durch eine kleine Welle *D*.

Bei der gewöhnlichen Fabrication bedient man sich nur der beiden ersten und des letzten Gerüstes; das erstere enthält die Streckwalzen, das zweite die Schlichtwalzen, und das letzte die Ausstreckwalzen.

Bei der Fabrication von feinem Rundeisen von 5—6 Millimeter Stärke, werden alle Gerüste angewendet. Das erste enthält 3 Streckwalzen; das zweite, dritte und vierte, ein jedes zwei Präparirwalzen, welche abwechselnd oben und unten in dem Gerüste angebracht sind; das letzte endlich enthält 2 Schlicht- oder vollendende Walzen mit runden Kalibern.

Die Fundamente dieses Walzwerks gleichen gänzlich denen der andern Walzwerke, wesshalb wir uns nicht weiter damit beschäftigen.

Getriebegerüst. — Die Fig. 3, 4 und 5 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter) stellen den Aufriss, einen Durchschnitt durch die Achse und einen horizontalen Durchschnitt des Getriebegerüstes dar.

Die Stellung des Zapfenlagers *P* wird mit Keilen bewirkt.

Das Zapfenlager *Q* liegt fest und ruht auf zwei eisernen Leisten *o* und *o'*. Zwischen *R* und *S* bringt man einen Splieth *d d'*, wodurch man die Entfernung der beiden obern Getriebe genau reguliren kann. Das Zapfenlager *T* endlich wird durch Keile gehalten, welche es zwischen den Getriebezapfen und der Kappe des Gerüstes festhalten.

Kuppelungsgetriebe. — Fig. 6 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Aufriss und Durchschnitt eines Kuppelungsgetriebes; die Zähne kreuzen sich wie bei den Getrieben des Grobeisenwalzwerks.

Walzengerüst. — Die Fig. 7, 8 und 9 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter) geben einen Aufriss, eine Seitenansicht und einen horizontalen Durchschnitt davon.

Die Stellung des Zapfenlagers *P* wird durch den Schlüssel *d d'* regulirt.

Das Zapfenlager *Q*, welches die mittlere Walze trägt, ruht auf den beiden Vorsprüngen *O O'*, die an dem Ständer angegossen sind.

Das Zapfenlager *R* besteht aus Schmiedeeisen, ist doppelt und mit zwei Pfannen versehen; das untere wird mittelst Keilen regulirt, welche man zwischen den Rothguss und das Eisen legt. Das obere ruht auf dem Stabe *D D'*, dessen Stellung man durch Keile regulirt, die an seinem Ende in Löcher eingelegt werden, die in dem Ständer befindlich sind.

Die eisernen Trageleisten *M M'*, die an den innern Flächen der Ständer angebracht worden sind, dienen dazu, es zu verhindern, dass der Druck, welcher sich während des Durchwalzens des Eisens durch die untern Walzen entwickelt, sich nicht auch den

Zapfen der obern Walze mittheilt. Es ist wirklich sehr wichtig, solche Zapfenlager zu nehmen, welche die vielfachen Reibungen bei einem sehr schnell gehenden Walzwerke möglichst verhindern.

Das obere Zapfenlager *S* ist mit einer Sicherheitsbüchse *T* versehen, auf welche die Schraube *V* wirkt; dieselbe ist mit einer bronzenen oder eisernen Mutter *E* versehen, welche das Losziehen während des Betriebes verhindert. Die Stellung auf der Seite wird mittelst 10 kleiner Schrauben *v* bewirkt.

Zapfenlager. — Die Fig. 10, 11 und 12 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter) stellen das doppelte eiserne Zapfenlager *R*, Fig. 7, einzeln dar. Fig. 13 ist die eiserne Tragleiste *M* in den Figg. 7 und 8.

Fig. 14, 15 und 16 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), unteres Zapfenlager *P* (Fig. 7) mit seinem Splieth.

Muffen, Kuppelungswelle, Ausrückmuff. — Fig. 17, 18 und 19 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter); der Ausrückmuff ist am Ende der Welle *A* angebracht, welche dem Walzwerke die Bewegung mittheilt (Fig. 1).

Angewendete Materialien zur Construction des Feineisenwalzwerks:

Holzwerk			6,60 Cub. Met.
Gusseisen:	Ständer	4200 Kil.	12400 Kil.
	Platten	3400 —	
	Getriebe, Muffen etc.	1800 —	
	Ausrückmuff, Rollen etc.	1200 —	
	Zapfenlager etc.	1800 —	
Schmiedeeisen:	Bolzen	490 —	1660 Kil.
	Schrauben, Schlüssel etc.	810 —	
	Spliethe, Keile etc.	100 —	
	Abstreifmeissel etc.	260 —	
Rothguss			340 —

Tafel. 62.

Feineisenwalzen.

Streckwalzen Nr. 1. — Fig. 1 (Maassstab von 0,50 Meter auf das Meter, oder halbe natürliche Grösse); sie dienen zu Eisen von mittlern Dimensionen, welche aus Platinen, Kolben oder aus kleinen Paketen ausgewalzt werden.

Bandeisenwalzen. — Fig. 2 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Bandeisenwalzen mit Polirwalze in der Mitte des Körpers; sie sind so eingerichtet, dass das Eisen stets auf die Abstreifmeissel zurückgeschlagen wird.

Fig. 3 (Maasstab von 0,10 Meter auf das Meter), Bandeisenwalzen mit Polirwalze am Ende des Körpers; bei dieser Einrichtung sucht das Eisen, welches zwischen den untern Walzen durchgeht, sich stets zu erheben.

Fabrication des Rundeisens und des groben Drahts. — Die Kaliber der Fig. 4, 5, 6, 7 und 8 haben die natürliche Grösse, allein die Länge des Körpers ist verkürzt.

Streckwalzen Nr. 2 (Fig. 4), welche zur Fabrication des feinen Eisens aus Kolben und hauptsächlich zu der des feinen Rundeisens und des Drahtes dienen; sie werden stets in das erstere Gerüst eingelegt.

Ovale Präparirwalze (Fig. 5), welche in das zweite Gerüst kommt.

Quadratische Präparirwalze (Fig 6), welche in das dritte Gerüst gelegt wird.

Ovale Schlichtwalze (Fig. 7), wird in das vierte Gerüst eingelegt.

Runde Schlichtwalze (Fig. 8), wird in das fünfte Gerüst eingelegt.

Reihe von Calibern. — Fig. 9 giebt uns ein Beispiel von der Caliberreihe, welche man durchzuwalzen hat, wenn man Rundeisen von 0,0056 Meter Durchmesser fabriciren will.

Tafel 63.

Fabrication des feinen Rundeisens.

Allgemeine Einrichtung. — Die Fig. 1 und 2 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) stellen im Aufrisse und im Grundrisse die Einrichtung der Walzen vor, welche zur Fabrication von reinem Rundeisen von 0,0056 Meter gebraucht werden.

Die Linien und Pfeile deuten die verschiedenen Durchgänge des Eisens an.

Das Gerüst Nr. 1 enthält 3 Streckwalzen (Nr. 2);

Das Gerüst Nr. 2 besteht aus zwei Präparirwalzen mit ovalen Calibern.

Das Gerüst Nr. 3 zwei Präparirwalzen mit quadratischen Calibern.

Das Gerüst Nr. 4 zwei Schlichtwalzen mit ovalen Calibern.

Das Gerüst Nr. 5 zwei runde Schlichtwalzen.

Bobine oder Rolle. — Fig. 3 und 4 (Maassstab von 0,05 Metern auf das Meter), Bobine, auf welcher man den Eisendraht aufwickelt; sie besteht aus Gusseisen und hat ein kleines hölzernes Gestelle, in welchem die mit einer Kurbel versehene eiserne Welle ruht. Die äussere Scheibe *a b* besteht aus Blech und kann nach Belieben weggenommen werden.

Die Führer und ihre Träger. — Fig. 5 und 6 (Maassstab von 0,20 Meter auf das Meter), gusseiserner oder schmiedeeiserner Träger für die Führer, welcher zwischen den Ständern des Gerüstes angebracht wird.

Fig. 7, 8 und 9 (Maassstab von 0,30 Meter auf das Meter), einfacher gusseiserner Führer, welcher bei dem Gerüste Nr. 1 gebraucht wird.

Fig. 7, Ansicht im Grundrisse.

Fig. 8, Durchschnitt durch *A B*.

Fig. 9, Endansicht.

Y Y, Aufriss der Walzen; *S S*, Träger des Führers;

B, Verbindungsbolzen;

P, Stück, auf welchem man die Mutter des Schraubenbolzens fest anzieht.

Fig. 10, 11, 12 und 13 (Maassstab von 0,30 Meter auf das Meter); Führer mit eisernen Büchsen.

Die Fig. 10 ist ein Längendurchschnitt.

Die Fig. 11 ist ein horizontaler Durchschnitt und ein Grundriss.

Die Fig. 12 eine Endansicht und ein Durchschnitt durch *a b d* (Fig. 11).

Die Fig. 13 ist die Hälfte des eigentlichen Führers.

Die Träger sind dieselben, als in dem vorhergehenden Falle.

DFE, eiserne Büchse, welche durch den Bolzen *B* befestigt ist;

M, *M*, bewegliche Stücke von Eisen, welche in der Büchse angebracht worden sind, und welche die gusseisernen Führer *G*, *G* tragen;

V, *V*, Seitenschrauben, welche dazu dienen, die Entfernung der beweglichen Stücke zu vermehren, oder zu vermindern;

V', *V'*, hintere Schrauben, welche dazu dienen, die Führer vorzurücken.

Diese Art von Führern wird wenig angewendet.

Fig. 14—18 (Maassstab von 0,30 Meter auf das Meter); Führer mit grossen gusseisernen Büchsen. Die Büchsen werden auf dieselbe Weise unterstützt, wie die eisernen, von denen wir geredet haben.

Die Figg. 14, 15 und 16 stellen eine von diesen Büchsen im Aufrisse, Grundrisse und Durchschnitte dar.

Die gusseisernen oder schmiedeeisernen Führer *G*, *G*, die mit einem Haken *t* versehen sind, liegen in hinlänglicher Anzahl in der Büchse, dass zwei einem jeden Caliber, durch welche das Eisen gehen muss, gegenüberliegen. Sie werden in ihrer Lage durch die Druckschrauben *V*, *V* erhalten, welche durch die Schrauben *E* gehen, welche sich in zwei horizontalen Schiebern *DD*, *D' D'* bewegen.

FF stellt den Eisenstab dar, der durch die Führer geht. Der Hauptvortheil dieser Büchsen ist der, dass viele Führer eingelegt werden können; man findet auch solche, die nur 1 Paar enthalten.

Fig. 17, einzelne Theile von zwei Führern für Quadrat- und ovales Eisen.

Fig. 18, der Bolzen und die Platte, durch welche die Büchse auf ihrem Träger zurückgehalten wird.

Tafel 64.

Schneidwerk.

Schneidwerk (entworfen von den Herren Flachat und Petiet). — Fig. 1, 2, 3 und 4 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter), Aufriss, Grundriss und senkrechter Durchschnitt eines Schneidwerkgerüstes.

Einrichtung eines Gerüstes.

AB, Platte mit vier Erhöhungen, welche auf einem Fundamente befestigt worden ist;

D, *D'*, Pilaren, welche in die Erhöhungen eingelassen und durch Splithe befestigt sind; sie sind mit eisernen Schrauben *V* versehen;

E, *E'*, untere Zapfenlager mit Ringen;

F, *F'*, zweite Zapfenlager mit Ringen;

G, *G'*, dritte Zapfenlager, welche in einen halben Kreis auslaufen;

H, *H'*, obere Zapfenlager mit Ringen;

S, *S*, Zwischenlager, von denen jedes ein Pilarenpaar verbindet;

R, gusseiserne Scheiben;

Q, *Q'*, die armirten Spindeln;

P, *P'*, Unterlagen für die Abstreifmeissel, Brillen genannt;

O, O', obere und untere Abstreifmeissel;

T, *T'*, Zugstangen, welche die Brillen festhalten;

K, K, Führer, welche mit den Stangen *T, T'* verbunden sind.

Fig. 4, ein einzelner Pilar *D D'*.

Fig. 5, Zapfenlager *G G*.

Fig. 6, oberes Zapfenlager *H H'*.

Fig. 7, Brille: zwei Ansichten und 1 Querdurchschnitt.

Fig. 8, Abstreifmeissel.

Fig. 9, Verbindung der Brillen und der Abstreifmeissel.

Fig. 10 und 11, Zugstangen und Führer, welche mit jenen verbunden sind.

Die armirten Spindeln. — Fig. 12 (Maassstab von 0,20 Meter auf das Meter), Aufriss der obern und Durchschnitt der untern Spindel.

A B, schmiedeeiserne Welle oder Spindel mit der Scheibe *R*;

R', bewegliche eiserne Scheibe, die sogenannte Schutzscheibe;

T, T, Schneiden von Stahl oder von verstahltem Eisen;

t, t, Mittelscheiben;

b, b', Bolzen zur Vereinigung der Scheiben.

Ansicht von dem Ganzen eines Schneidwerks. — Fig. 13 und 14 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter), Aufriss und Grundriss des ganzen Schneidwerks.

Beschreibung der Stücke, welche dasselbe zusammensetzen:

A, Triebwelle;

G, Muff zum Ein- und Ausrücken;

M, Verbindungswelle;

P, Getriebegerüst; die Getriebe haben im Theilrisse 0,35 Meter Durchmesser und sind mit 20 Zähnen versehen;

L, Kuppelungswelle, an dem einen Ende mit einem kreuzförmigen und an dem andern mit einem quadratischen Angriffe;

F, Schneidwerksgerüst.

Die Grundplatte *P'* und *Q* ruht auf einem Schwellwerke.

Besondere Einrichtung. Fig. 15 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter), Grundriss von den zu einem vollständigen Schneidwerke gehörigen Walzgerüsten.

A, glatte Walzen zur Vorbereitung des Materialeisens;

B, Ausstreckwalzwerk mit einem Schraper zum Ausstrecken, Ausbreiten und Poliren der zu zerschneidenden Platinen;

P, gusseiserne Platte, auf welcher die Platine zu dem Gerüste *F* gebracht wird;

F, Schneidwerksgerüst.

Materialien, welche zu der Construction eines Schneidwerks gebraucht werden:

Holzwerk	2,00	C. M.
Gusseisen	4160	Kil.
Schmiedeeisen	300	—
Rothguss	100	—

Die armirten Spindeln sind nicht in dem angegebenen Gewichte begriffen.

Tafel 65.

Blechglühöfen.

Angewendete Einrichtung. — Diese Tafel enthält die meisten Einrichtungen, welche man bei den Blechglühöfen findet.

Sie zerfallen in zwei Classen:

In die ruhenden Oefen oder Oefen ohne Zug und ohne Heerdsohle und in die gewöhnlichen Glühöfen mit Heerdsohle.

Ruhende Oefen. — Die Fig. 1—4 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter) geben die Constructionsart eines sogenannten ruhenden Ofens an; sie ist sehr einfach, und die Resultate, die man davon erwarten kann, hängen sehr wesentlich von der Geschicklichkeit und Erfahrung des Arbeiters ab.

Die Fig. 16 ist die Ansicht und der Grundriss eines Roststabes.

Glühöfen mit Heerdsohle. Fig. 5—8 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter), Ofen mit Heerdsohle, bei welchem die Flamme durch das Gewölbe entweicht. Die Sohle ist mit drei gusseisernen Schwellen oder Auflagern *a, a, a* versehen.

Fig. 9—12 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter), Glühofen, bei welchem die Flamme auf der Seite entweicht. Diese Einrichtung ist der vorhergehenden vorzuziehen, allein der Essenquerschnitt ist zu gering.

Fig. 13—15 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter), Glühofen, bei welchem die Flamme durch die Sohle entweicht. Dabei ist die Einrichtung getroffen, dass sich das Register *R* hebt, sobald die Thür in die Höhe geht; es bleibt während der ganzen Dauer der Feuerung geschlossen.

Diese Einrichtung scheint den Vorzug vor der vorhergehenden zu verdienen.

Einzelne Theile. — Die Figuren 17, 18, 19 und 20 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) geben die Details von einigen Gusseisenstücken, welche bei dem in Fig. 9—12 abgebildeten Ofen angewendet werden.

Tafel 66.

Blechwalzwerk.

Blechwalzwerk (entworfen von den Herren **Flachat** und **Petiet**). — Diese Tafel umfasst das Ganze und die hauptsächlichsten einzelnen Theile eines zur Blechfabrication angewendeten Walzwerks.

Die Figg. 1—5 sind nach dem Maassstabe von 0,04 Meter, die einzelnen Theile nach dem von 0,10 Meter entworfen.

Zusammensetzung des Walzwerks (Fig. 1—5). — Fig. 1, Aufriss des Blechwalzwerks; es besteht:

Aus einem Getriebegerüste, welches ganz dieselbe Einrichtung hat, wie das bei dem Puddelwalzwerke (Taf. 58).

Aus zwei Walzgerüsten, von 1,00 bis 1,60 Meter Körper, auf 0,48 Meter Durchmesser.

Die innere Einrichtung der Gerüste zeigt keine andere Eigenthümlichkeit, als dass die obern Schrauben weggelassen und durch zwei Keile und eine Seitenschraube ersetzt worden sind. Auch ist die Aufhängung der obern Walze durch Balanciers und Gegengewichte bewirkt, die im Fundamente angebracht worden sind.

Fig. 2 (Durchschnitt durch *A B*); sie stellt die innere Einrichtung des Gerüstes im Aufrisse dar.

Fig. 3, Durchschnitt durch die gebrochene Linie *D E* der Fig. 2, wobei angenommen worden ist, dass die Zapfenlager weggenommen seyen.

Fig. 4 und 5, Aufriss und Grundriss eines Gerüstes nebst Ein- und Auslassplatten.

T, gusseiserne Einlassplatte, welche durch die beiden Säulen *L* unterstützt wird;

B, B, eiserne Stäbe, welche bei'm Auswalzen von grossen Blechtafeln an die Einlassplatte angelegt werden;

G, G, Auslass- oder Abstreifplatten;

R R, gusseiserne Walze an der Auslassseite.

Einzelne Theile. — Fig. 6—9, die Details der Keile *Q, Q'* der Fig. 2.

Fig. 10, schmiedeeiserne Schraubenmutter, welche in die Oeffnung *E* (Fig. 2) und in den Grundriss (Fig. 3) eingelegt wird.

Fig. 11, Schraube *V V*, welche durch die Schraubenmutter geht und gegen den Keil *Q* drückt.

Fig. 12, zweiarmiger Schlüssel *F*, welcher zur Bewegung der Schraube dient.

Fig. 13 und 14, Zapfenlager für die obere Walze, welche auf den obern Enden der Aufhängungsstangen *S, S* der Gegengewichte ruht (Fig. 1 und 2).

Fig. 15, 16 und 17, Details der gusseisernen Tafel *T T* (Fig. 4 und 5).

Fig. 18, Aufhängungsstangen *S, S*, welche in den Zapfenlöchern *k, k* eingelassen sind (man sehe Fig. 3).

Fig. 19, grosser eiserner Hebel *L* (Fig. 1).

Fig. 20 und 21, Ganzes der Verbindungsstücke, welche den Balancier mit dem Fundamente verbinden; die Stücke *H, H* verbinden sich an den Puncten *h, h* mit dem Gerüste (Fig. 2 und 3) und sind mit *H' H'* mittelst eines Bolzens *M M* verbunden. *H* und *H* sind durch den Bolzen *N N* vereinigt, welcher den Hebel *L* trägt (Fig. 19).

Fig. 22 und 23, gusseiserner Balancier *B B* (Fig. 2), welcher in der Mitte das Ende von dem grossen Hebel und an seinen beiden Enden *b, b* die Aufhängungsstangen *S, S* (Fig. 1 und 2) aufnimmt.

Fig. 24, eiserne Stange *G* (Fig. 1 und 2), welche an dem Ende des grossen Hebels aufgehängt ist und die gusseisernen Gegengewichte *P* trägt.

Fig. 25, gusseiserne Scheibe, welche ein Gegengewicht bildet.

Die zu dem Blechwalzwerke erforderlichen Materialien sind fast dieselben, wie bei dem Puddelwalzwerke.

Tafel. 67.

Eisenbahnschienenfabrication.

Gestalt der Schienen (Maassstab von 0,50 Meter auf das Meter):

Nr. 1. — Gerade Schienen mit fast rechteckigem Querschnitte, wie die auf der Eisenbahn von St. Etienne nach Lyon.

Nr. 2. — Schienen mit einer Bahn, mit oder ohne Haken oder Ansatz, wellenförmig (fischbauchig oder parallel.)

Nr. 3. — Schienen mit zwei Bahnen.

Nr. 4. — **Americanische Schienen** mit einer Bahn und mit einer breiten Basis.

Nr. 5. — **Hohle oder Brückenschienen** von verschiedener Form.

Einrichtung der Caliber. — Fig. 1 und 2 (Maassstab von 0,25 Meter auf das Meter), Walzen, welche zu Decazeville zur Schienenfabrication angewendet werden.

Fig. 3 (Maassstab von 0,20 Meter auf das Meter), Walzen, welche in der Hütte zu Terre-Noire zur Fabrication der Schienen auf der Eisenbahn von Andrézieux nach Rouen angewendet werden.

Fig. 4 (Maassstab von 0,50 Meter auf das Meter), Gestalt des vorletzten Calibers zur Anfertigung der Brückenschienen, welche auf dem Dowlais-Eisenwerke bei Merthyr-Tydwill angewendet werden.

Tafel 68.

Eisenbahnschienenfabrication.

Säge zum Abschneiden der Schienenenden. — Fig. 1—3 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter), Aufriss, Grundriss und Durchschnitt.

Dieser Apparat wird in England angewendet, und es können mit demselben sogleich beide Enden einer Schiene abgeschnitten werden. Er hat die folgende Einrichtung:

A B, gusseisernes Gestelle mit zwei parallelen Gleitbahnen;

G, *G'*, zwei kleinere auf dem ersteren angebrachte Gestelle. Jedes besteht aus zwei Theilen; das erstere bewegt sich auf den Bahnen des grossen Gestelles und ist selbst mit einer Schieberbahn versehen, welche senkrecht auf der ersten steht, und auf der sich der zweite Theil des Gestelles bewegen kann. Der eine Theil enthält die Kreissäge *S*, welche sich in den beiden Ständern *p* und *p'* dreht; der andere Theil trägt die Schiene *R* mittelst der Lager *D* und *D'* (Fig. 2). Diese Lager sind mit den Zahnstangen *m*, *m'* verbunden, in welche die beiden Getriebe an der horizontalen Welle *a b* greifen. Indem man nun dieser Welle mittelst des kleinen Schwungrades *V* eine drehende Bewegung mittheilt, nähert man die Schiene den Sägen, oder entfernt sie von denselben. Die Sägen selbst werden durch Laufseile und durch die Triebrollen *P* und *P'* in eine drehende Bewegung gesetzt; sie machen ohngefähr 1000 Umgänge in der Minute, und es wird eine Schiene in 12—15 Minuten durchgeschnitten.

Man bemerkt an dieser Einrichtung:

1) Dass beide Sägen nach Belieben voneinander entfernt, oder einander genähert werden können.

2) Dass sie genau einander parallel sind.

3) Dass der Parallelismus ihrer Achse zu dem der Schiene durch die Festigkeit des ganzen Gestelles sehr sicher erreicht worden ist.

Es sind dies die hauptsächlichsten Bedingungen, denen eine Maschine zum Abschneiden der Schienenenden entsprechen muss.

Fig. 4 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter), blecherne Kappe, mit welcher man die Sägen bedeckt, um die Arbeiter gegen die glühenden Späne zu sichern, welche bei der Arbeit sonst umherfliegen würden.

Die Fig. 5 (Maassstab von 0,08 Meter auf das Meter), stellt im Detail die Verbindungsart der Säge mit der Achse dar, sowie auch die Form der Zapfen, damit sie das Oel behalten, womit man sie befeuchtet.

Die Fig. 6 (in natürlicher Grösse) giebt die Form der Sägenzähne und den Winkel an, unter welchem man sie auf das Eisen einwirken lässt.

Säge zu Decazeville. — Fig. 7—11 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter) und 12 und 13 (Maassstab von 0,08 Meter auf das Meter), Aufriss, Grundriss, Endansicht, Durchschnitt und einzelne Theile der Maschine.

Dieser Apparat hat die Einrichtung, dass nur ein Schienenende damit abgeschnitten wird.

Beschreibung des Apparates. — Man bemerkt die folgenden Theile:

AB, *A'B'*, *CD*, gusseiserne Schwellen, welche mit der Sohle verbunden sind;

ab, *a'b'*, gusseiserne, abgedrehte Walzen, welche auf *AB* und *A'B'* befestigt sind;

FG und *F'G'*, Stücke, welche die Schwellen *AB*, *A'B'* und *CD* verbinden;

LM, *L'M'*, bewegliches Gestelle, welches auf *ab*, *a'b'* verschiebbar, und welches durch den Schienenträger verbunden ist;

EKX, *XK'E'*, eiserner Hebel, welcher bei *X* mit einer Schraubenmutter versehen ist, durch welche die Schraube *VV* geht, welche in *O* befestigt ist und durch die Kurbel *m* bewegt wird. Die Puncte *K* und *K'* sind auf solche Weise befestigt, dass, wenn man die Kurbel dreht, man das Stück *MM'* und die darauf befestigte Schiene vor- und zurückschieben kann;

g, *g*, Rollen, auf welche man die Schiene legt; sie liegen in einem kleinen Lager, wovon Fig. 12 eine Detailabbildung giebt;

SS, Kreissäge, welche am Ende einer Welle *QQ* befestigt ist, die in *pp'* ruht, und die durch ein Laufseil bewegt wird, welches über die Rolle *P* geht. Um die Bewegung aufzuhalten, lässt man das Laufseil auf die Leerrolle *P'* übergehen.

Fig. 9, Endansicht.

Fig. 10, Durchschnitt *xy* der Figur 8.

Fig. 12 und 13 (Maassstab von 0,08 Meter auf das Meter), einzelne Theile von dem Rollengestelle und von der Säge.

Dieser Apparat hat eine schlechte Einrichtung:

1) Die Lager für die Säge und das Wagengestelle sind nicht fest genug, so dass man nie wegen des Parallelismus von der Schiene und der Sägenachse gesichert ist; es ist dies ein grosser Fehler.

2) Auch dem Wagengestelle fehlt es an Festigkeit.

3) Die Art und Weise der Mittheilung der Bewegung des Wagens ist schlecht; das geringste Spiel bei der Bewegung *EKX*, *XK'E'* oder ihre Biegung verhindern eine parallele Bewegung des Wagens.

Der englische Apparat, den wir vorhin beschrieben haben, ist weit zweckmässiger und besser.

Apparat zum Schneiden der Sägenzähne. — Die Fig. 14 u. 15 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter) stellen den zu Decazeville zum Schneiden der Sägenzähne angewendeten Apparat im Aufrisse und im Grundrisse dar.

Blöcke zum Geraderichten. — Die Fig. 16 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter) stellt einen von den Ambosen dar, auf welche man die Schienen legt, um sie gerade zu richten.

Abhauen der Schienenenden. — Soll der Querschnitt rechtwinklig seyn, so wendet man einen Schraubstock, wie den in Fig. 17 u. 18 dargestellten an (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter). Soll dagegen eine Schiene schiefwinklig verhauen werden, so bedient man sich eines ähnlichen Apparates, wie der in Fig. 19 dargestellte ist (Maassstab 0,04 Meter auf das Meter).

a b stellt das Werkzeug zum Abhauen des Schienenendes dar.

Wellenförmige Schienen. — Die Fig. 20 (Maassstab von 0,04 Met. auf das Meter) stellt die Einrichtung des Walzwerks dar, wodurch der Schiene eine wellenförmige oder fischbauchige Gestalt gegeben wird. Das Caliber der Matrizenwalze ist excentrisch ausgedreht, und der Abstreifmeisel *G* ist um den Zapfen *M* beweglich, damit sein Ende sich stets genau auf dem Boden des Calibers anlege.

Es ist bei diesem Walzgerüste noch besonders die Stellung der Patrizenwalze zu bemerken. Ihre Zapfen werden durch eine Eisenstange *A B* getragen, deren Enden in zwei eisernen Bügeln *H* und *H'* ruhen, die oben mit Schraubengewinden versehen sind. Diese Gewinde gehen durch zwei mit dem Walzwerkständer verbundene Henkel *M* und *M'* und sind oben mit den Muttern *R* und *R'* versehen. Man regulirt durch dieses Mittel die Stellung der obern Walze mit einer sehr grossen Genauigkeit. Man hat diese Einrichtung auf mehrern deutschen Hüttenwerken angewendet.

Tafel. 69.

Schienenfabrication.

Säge auf der Hütte zu Terre-Noire. — Fig. 1—9 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter), Aufriss, Grundriss, Querschnitt und einzelne Theile des Apparats.

Beschreibung der Stücke.

A B, horizontale Welle, welche in drei Lagern ruht;

P, P, P, Zapfenlager, welche auf einer grossen Fundamentplatte befestigt sind.

D, D', D'', Arme, welche auf der Welle *A B* befestigt sind, und welche die Schiene *R* tragen (Fig. 9).

G G und *G' G'*, Kästen, welche mit den Hebeln verbunden sind und die Schiene auf den Seiten halten.

Auf der Seite der Säge dient der Splith *l* zur Sicherung der Stellung der Schiene.

t, t, gusseiserne Klötze, auf denen die Schiene ruht;

V V, Schraube, welche durch die Mutter *E* geht und an dem Hebel *D* befestigt ist. Durch Drehung der Kurbel *M* wird die Schiene vorwärts- oder zurückgeschoben;

S, Kreissäge, die auf der Welle *a b* befestigt und mit der Triebrolle *p* versehen ist;

U, mit Wasser angefüllter Trog, in welchem sich die Säge bewegt (Fig. 6 und 7).

F, kreisrunder Kasten von Gusseisen oder von Blech, der inwendig mit Holz ausgefüttert ist, und der dazu dient, die Feuchtigkeit von der Säge, nachdem sie durch

das Wasser gegangen ist, abzureiben (Fig. 4 und 5). Wenn dieser Apparat dazu dient, das zweite Schienenende abzuschneiden, so bringt man an seinem Ende *G'* eine eiserne Vorrichtung *Q* (Fig. 8) an, gegen deren Ende *T* das schon abgeschnittene Schienenende tritt, und welche Vorrichtung, wie die Figur zeigt, verschiebbar ist. Sie dient dazu, eine gleiche Länge aller Schienen zu veranlassen.

Die Einrichtnng dieser Maschine ist sehr einfach, und es scheint, dass sie mit vieler Regelmässigkeit wirkt; sie ist der zu Decazeville befindlichen Maschine, welche wir so eben beschrieben haben, weit vorzuziehen.

Maschine zum Geraderichten der Schienen. — Fig. 10 u. 11 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) stellen den Apparat vor, der zu Creuzot zum Geraderichten der Schienen angewendet wird.

Beschreibung. — Die Schiene *RR* ruht auf der gusseisernen Schwelle *SS* und zwar auf deren beiden Erhöhungen *T, T,* deren Stellung man nach der Ausdehnung der Curve, welche die Schiene hat und deren höchster Punct der Schraube *VV* gegenüber liegen muss, verändert werden kann.

P, Stück Eisen, welches zwischen der Schraube und der Schiene liegt;

VV, grosse Schraube, welche durch die bronzene Mutter *E* geht und mit einem kleinen Rade *G* versehen ist;

P, Getriebe auf der Welle *AB,* welche mit einem Schwungrade *LL* und einer Kurbel *M* versehen ist.

Um die Maschine in Betrieb zu setzen, bringt man zwei Mann an das Schwungrad, von denen einer durch die Arme *m, m* auf die Kurbel *M* wirkt.

Dieser in England angewendete Apparat wirkt sehr gut.

Schienenofen. — Die Fig. 12 und 13 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) geben einen senkrechten und horizontalen Durchschnitt von dem zu Decazeville angewendeten Ofen, um die Schienenenden zu wärmen, die man abhauen oder abschneiden will.

Vorbereitung der Pakete. — Fig. 14—22 (Maassstab von 0,03 Meter auf das Meter).

Fig. 14, Paket, welches aus 10 Stäben von 0,054 und von 0,108 Meter von Eisen Nr. 1 besteht, wogegen die beiden Decken aus Eisen Nr. 2 und Nr. 3 bestehen.

Fig. 15, dieses Paket unterscheidet sich von dem vorhergehenden nur dadurch, dass es aus einem Stücke Eisen Nr. 1 von 0,081 Meter Breite mehr besteht.

Fig. 16, Paket zu Decazeville von 0,974 Meter Länge, welches 165 Kilogramm wiegt; es besteht aus:

2 Decken von Eisen Nr. 3	55 Kil.
4 Stäben Eisen Nr. 2	25 —
8 Stäben Eisen Nr. 1	85 —
Summa	165 Kil.

Fig. 17, Paket, welches zu Creuzot zur Fabrication der in Fig. 18 abgebildeten Schiene angewendet wird. Es ist 1,20 Meter lang, wiegt 210 Kilogramm und giebt eine Schiene (Fig. 18), welche 4,80 Meter lang ist und 173 Kilogramm wiegt.

Fig. 19, Paket zur Anfertigung der Deckstäbe.

Fig. 20, Form des Eisens, welches man vorbereitet, um die Schienenenden mit in die Pakete der Deckstäbe zu nehmen.

Fig. 21, Paket zur Anfertigung der Stäbe von 0,040 auf 0,020 Meter, welche zur Bildung des Paketes Fig. 16 genommen werden.

Fig. 22, Paket zur Anfertigung der Deckstäbe; die obern und die untern Stücke bestehen aus Eisen Nr. 2.

Tafel. 70.

Eisen von eigenthümlichen Formen.

1) Spurkranzeisen. — Nr. 1—5 (halbe natürliche Grösse).

2) Winkeleisen. — Nr. 1—10 (halbe natürliche Grösse).

Bemerkenswerth ist die Form Nr. 2, welche in England angewendet wird.

3) Eisen von der Form eines T. — Vier Sorten (halbe natürliche Grösse.

4) Keileisen. — Nr. 1—8 (natürliche Grösse).

5) Fensterrahmeneisen. — Nr. 1—9 (natürliche Grösse).

6) Flacheisen mit runden Kanten (Leisteneisen). — Nr. 1—6 (natürliche Grösse).

7) Griffeisen. — 10 Sorten (natürliche Grösse).

8) Verschiedene Eisensorten. — Drei Sorten (natürliche Grösse).

9) Eisen für Webestühle. — Zwei Sorten (natürliche Grösse).

Walzen zur Anfertigung des Spurkranzeisens (entworfen von Herrn Vuillimin). — Fig. 1 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter).

Walzen zur Anfertigung des Winkeleisens (entworfen von Herrn Vuillimin. — Fig. 2 (Maassstab von 0,20 Meter auf das Meter).

Vorrichtung zur Bildung der Brucheisenpakete *(table de fagotage)*. — Fig. 3 und 4 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter).

T T, starker hölzerner Tisch;

R, *R*, Riemen, welche durch die hölzernen Leisten *l l*, *l l* gebildet worden sind;

A, *C*, *D*, *B*, gusseiserne oder eiserne Form, in welcher man die Pakete bildet;

G G, horizontale eiserne Stange, welche auf dem Tische befestigt worden ist;

L L', eiserner Hebel, mittelst dessen man die Pakete anzieht, indem man den Fuss auf *L* setzt und Hammerschläge auf den Theil *K* führt.

Tafel. 71.

Fabrication eiserner Röhren.

Ofen zum Zusammenschweissen der Röhren. — Fig. 1—4 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter); dieser Ofen unterscheidet sich von den gewöhnlichen Schweissöfen nur durch die Dimensionen des Rostes, durch das niedrige Gewölbe und dadurch, dass die Flamme und der Rauch durch die Sohle entweichen.

Fig. 1 und 2, Seiten- und Endansicht.

Fig. 3 und 4, senkrechter und horizontaler Längendurchschnitt.

G, Rost;

A, Feuerbrücke;

S, Heerdsohle;

E, Ausströmen der Flamme;

P, erste Arbeitsthür mit 2 Oeffnungen;

P', zweite Arbeitsthür mit einer einzigen Oeffnung, welche der Ziehbank gegenüber liegt.

Schweissheerd mit Gebläse. — Fig. 5—7 (Maassstab von 0,025 Meter auf das Meter); dieser Ofen besteht aus 3 Haupttheilen, welche in den Durchschnitten *A D*, *M N* und in dem Aufrisse, Fig. 6, dargestellt worden sind.

G, Rost, auf welchem die Steinkohlen in Coaks verwandelt werden; *O*, *O*, Oeffnungen, durch welche die Coaks auf den Heerd geworfen werden;

F, Heerd mit den 4 Formen Nr. 1, 2, 3 und 4. Am Vordertheile ist er mit einer Thür versehen, welche zwei Oeffnungen *Q* und *P* hat, durch welche man die Röhren in den Heerd bringt;

H, Canal, welcher die Flamme von dem Heerde *F* aufnimmt, und in welchem man die Stäbe glüht, ehe sie gebogen werden;

R, Thür zur Reinigung;

B, Sideröhre eines Dampfmaschinenkessels, welcher durch die verlorne Wärme des Apparates erhitzt wird.

Hammer zum Biegen. — Fig. 8 und 9 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter), Aufriss und Grundriss.

S S, Sohlplatte;

A, Triebwelle mit der excentrischen Scheibe *B B*;

M, Hammerhelm mit einem Gegengewichte *P*;

R R, Zapfenlager;

F, Kopf des Hammers;

Q, gusseiserner Ambos, der auf einem hölzernen Stock und auf Mauerwerk ruht.

Zieheisenzangen. — Fig. 10 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter). Dieser Apparat wird am Meisten zu dem Zusammenschweissen der Röhren angewendet.

Zieheisen mit Schraube. — Fig. 11 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter). Dieser zuerst von Hrn. Whitehouse angewendete Apparat wird jetzt gar nicht mehr benutzt.

Scorpion. — Fig. 12 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter). Diese Art von Zieheisen ist eine einfache auf dem Boden befestigte Stange.

Ziehbank. — Fig. 13, 14 und 15 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter), Aufriss, Grundriss und Durchschnitt nach *a b*.

Dieser Apparat ist auf folgende Weise zusammengesetzt:

P, *P'*, *P''*, gusseiserne Supports, welche eine ebenfalls gusseiserne Tafel tragen (Fig. 15).

N N, Kette ohne Ende, welche bei *A* und *A'* über zwei Zahnräder läuft, deren erstes an der Triebwelle befestigt ist;

T T, gusseiserne Tafel mit 3 Ringen; die mittlere nimmt die Kette auf und die beiden zur Seite befindlichen die kleinen Räder des Wagens *H*;

B, gusseiserne Erhöhung des Supports am Ende, welche aus zwei Theilen besteht; die eine ist an dem Gestelle befindlich und hat eine zwischen zwei Schiebern befindliche Oeffnung, in welche man eine gusseiserne Platte hineinbringt, welche selbst mit einer kleinern, der erstern entsprechenden Oeffnung versehen ist, durch welche man die Röhren gehen lässt. Dieses Stück dient zum Stützpuncte für die Zieheisenstangen.

H, kleiner Wagen mit einer Zange *L*, mittelst welcher man die auszuziehenden Röhren fasst; sie verbindet sich durch den Haken *K* mit der Kette. Die Ziehbank muss stets in der Achse der Arbeitsthür *P'* angebracht seyn.

Verbindung der eisernen Röhren. — Verschiedene Arten dieser Verbindungen, welche nach einem Maassstabe von 0,10 Meter auf das Meter dargestellt worden sind.

Tafel 72.

Stahlheerde und Stahlöfen.

(Nach Karsten.)

Fig. 1—4, Oberschlesisches Rohstahlfeuer.

Fig. 1, verticaler Durchschnitt des Feuers und der Esse nach der Linie *AB* in Fig. 3; Fig. 2, verticaler Durchschnitt nach der Linie *CD* in Fig. 3; Fig. 3, Grundriss des Feuers in der Formhöhe und Fig. 4 Vorderansicht desselben.

Die Einrichtung des Rohstahlfeuers weicht wenig von der eines gewöhnlichen Frischfeuers ab; die Esse ist ganz so wie bei diesem construirt. Der Formzacken *a* hat 12 Grad Neigung aus dem Heerde, der Gichtzacken (Widerblase) *b* 3 Grad Neigung aus dem Heerde, um die Luppe (den Schrei) besser herausheben zu können; auch der Hinterzacken *c* neigt sich 3 Grad aus dem Heerde. Die Bodensteine *d* bestehen aus Sandstein oder Grauwacke etc. Die Form *h*, in welcher die beiden Düsen *i* liegen, hat 7—12 Grad Neigung in den Heerd. Der Gichtzacken *b*, welcher sich 9 Zoll über dem Hinter- und den Formzacken erhebt und an der Heerdmauer *o* angelehnt ist, wird von der Platte *g* mit überdeckt, welche letztere dazu dient, das Feuer besser zu schliessen und zu verhindern, dass sich die von Zeit zu Zeit aufzuschüttenden Kohlen nicht fest vor der Gicht setzen, sondern aufgelockert in den Heerd gelangen. Der Raum *k*, in gleichem Niveau mit der Oberkante des Hinterzackens, wird ebenfalls mit einer gusseisernen Platte bedeckt. Der Vorheerd ist mit einer gusseisernen Platte *l*, welche sich an den Ecken abrundet, eingefasst und ist oberhalb des Schlackenloches *n* durch 5 einzelne ebenso geformte gusseiserne Plattenstücke bis 10 Zoll über dem Formzacken erhöht. Eine von geschmiedeten Trageschienen getragene, an den gusseisernen Essenankerbalken angehängte $\frac{1}{2}$ Stein starke Mauer *e*, von welcher noch ein Schutzblech *f* herabhängt, dient zum Schutze der Arbeiter gegen die Flammenhitze. Ueber dem Ankerbalken *p* befindet sich ausserhalb eine 5 Zoll tiefe halbcirkelförmige Blende.

Fig. 5, Stahlfrischfeuer (Hartzerrennfeuer) zum einmaligen Niederschmelzen des Rohstahleisens, auf der Hütte zu St. Gallen in Steyermark.

Dieses Stahlfrischfeuer unterscheidet sich von einem Eisenfrischfeuer (Weichzerrennfeuer) sehr wenig. Die Fig. 5 stellt den verticalen Durchschnitt eines solchen Feuers durch die Mitte des Vorder- und Hinterzackens so dar, dass man die Formmauer zur Ansicht hat.

Der Schlackenzacken (Sinterblech) *a*, welcher mit vier lothrecht übereinander angebrachten Schlackenlöchern *a* versehen und vor welchem eine zwischen den Heerdmauern *b* befindliche Nische angebracht ist, wird zu beiden Seiten durch zwei Steine in dieser Nische festgehalten. Der Formzacken (Abbrand) und der Gichtzacken (Vor-

eisen) sind 21 Zoll lang, der Hinterzacken (Wolfseisen) *c* und das Seitenblech *a* haben 28 Zoll Länge, und sämmtliche 4 Zacken bilden miteinander rechte Winkel.

Der Heerdboden *d*, dessen Oberfläche söhlig liegt, besteht aus einer 4 Zoll dicken Schicht von Lehm, welcher ein Grundlager *e* von Stein zur Sohle hat. Ueber dem Heerdboden befindet sich der 10 bis 12 Zoll tiefe, mit Lösche bis zum Formauge ausgestampfte Löschheerd (Löschboden) *f*, in welchem die Rohstahlluppe gebildet wird.

Der Formzacken, auf welchem die Form aufgelagert ist, ragt bis zur Oberfläche des Löschbodens empor und neigt 2 Zoll in den Heerd; der Gichtzacken aber um ebenso viel aus dem Heerde. Ueber dem lothrechtstehenden Hinterzacken (Wolfseisen) *c* steht eine gusseiserne Platte *g* zum Schutz der Rückenmauer *b*.

Die Form (in Steyermark Esseisen, sonst auch Oesseisen genannt) ragt 4 Zoll vor dem Formzacken in das Feuer hinein, hat 17 Grad Neigung in dasselbe und zugleich auch etwas Neigung gegen den Hinterzacken *c*. Sie liegt in der Mitte des Formzackens und bläs't rücksichtlich der Mitte ihres Auges, 10 Zoll vom Sinterblech *a*. Das Auge der Form ist halbrund, $1\frac{1}{2}$ Zoll lang und $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch, bei einem Obermaule von $1\frac{1}{2}$ Linien. Die $1\frac{1}{3}$ Zoll weiten Mündungen der beiden Düsen sind rund; die eine liegt 5 Zoll, die andere $5\frac{1}{2}$ Zoll von dem Formauge zurück.

Vor dem Sinterbleche *a* auf der Mauer *b* liegt die Löschbank *i* und unten vor dem Sinterbleche in der Hüttensohle befindet sich die Schlackengrube *k*, in welche die flüssige Schlacke (Lacht, Koth oder Sinter genannt) abgelassen wird.

Fig. 14 stellt das Feuer in dem Zustande dar, in welchem es zu einem neuen Einschmelzen des Roheisens vorgerichtet ist und sich auf dem Löschboden schon etwas Schlacke angesammelt hat, so dass der mittlere in einer Zange *k* eingespannte Kolben, der mit den übrigen beiden zusammen eingelegten Kolben bis dahin über der Form lag, so tief in das Feuer hineingeschoben worden ist, dass sein vorderes Ende sich dem Formauge gegenüber befindet, wie in der Zeichnung punctirt angedeutet ist. Während die 12 Kolben von der vorigen Luppe so nach und nach zur Schweisshitze gebracht und unter dem Hammer zu vierkantigen Stäben ausgeschmiedet werden, wird das in eine grosse, 6 Fuss lange Zange eingespannte, einzuschmelzende Rohstahleisen (die Garbe genannt) über die Ecke des Heerdes, welche die Gicht und Schlackenplatte bildet, an das Feuer gelegt, zuerst allmälig angewärmt und dann nach und nach so in das Feuer gerückt, dass dasselbe 6 Zoll über und zugleich 6 Zoll vor die Form zu liegen kommt und so allmälig das Abschmelzen erfolgt. Die auf dem Löschboden des Feuers aufgeschütteten, durch weite Siebe gereinigten Kohlen *l* sind rings um das Feuer mit Kohlenlösche *m* umgeben.

Fig. 6, 7 u. 8, Heerd zum Ausheizen der Stahlkolben nach der Paaler Methode.

Fig. 6, verticaler Durchschnitt des Heerdes nach der Linie *AB* in Fig. 8; Fig. 7, Grundriss in der Formhöhe; Fig. 8, verticaler Längendurchschnitt nach *CD* in Fig. 7.

Der Heerd ist unter einer Zerrennfeueresse vorgerichtet, hat 2 Fuss $9\frac{1}{2}$ Zoll Länge, 1 Fuss $5\frac{1}{4}$ Zoll Breite und $9\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe bis zur gusseisernen Bodenplatte *f* Fig. 8. In der Mitte wird, nach der Länge des Heerdes, durch zwei gusseiserne Zacken *a* und *b*, von denen der vordere *a* 11 Zoll, der hintere 6,10 Höhe hat, eine 4 Zoll tiefe und 4 Zoll breite Gasse *g* gebildet, welche die Form *h*, deren rundes Auge $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser hat, mit 5 bis 6 Grad Neigung bestreicht. Die Räume *c*

zwischen den langen Heerdwänden und den Zacken *a* und *b* sind mit Lösche ausgestampft.

Die Gasse oder der Canal *g* wird mit kleinen Kohlen ausgefüllt. Quer über der Gasse *g* werden auf die Zacken *a* und *b* 20 Kölbchen *i* (kleiner Stahlkolben) nebeneinander gelegt, welche 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuss hoch mit gröberen Kohlen *l* überschüttet werden, die man vorn mit einer Anfüllung von Kohlenlösche *k* umgiebt, um den Zutritt der Luft abzuhalten und ein dichteres Anschliessen der Lösche an den durchgesteckten Schenkeln der Zangen zu bewirken. Sodann beginnt das Anwärmen der Kölbchen, welches nach $1\frac{1}{2}$ Stunden so weit gediehen ist, dass sie ausgereckt werden können. Dies geschieht unter einem 140 Pfund schweren Hammer (Ziehhammer), dessen Bahn 12 Zoll lang und 1 Zoll breit ist. Die Kölbchen werden mit einem Male, d. h. ohne ein zweites Anwärmen, zu Stäben von $\frac{1}{2}$ Zoll Quadrat ausgeschmiedet.

Fig. 9—14, Oefen zur Bereitung des Gussstahls nebst den dazu erforderlichen Vorrichtungen.

Fig. 9, verticaler Durchschnitt des Ofens durch dessen Feuerungsthür und zugleich durch einen Theil des zugehörigen Gebäudes.

Die Oefen befinden sich in dem Raume des Gebäudes zwischen den Widerlagern der Gurtbögen, welche den aus $2\frac{1}{2}$ Zoll starken gusseisernen Platten bestehenden Fussboden der obern Etage tragen. Es ist *a* der halbkreisförmig überwölbte Ofenraum, dessen innere Wände *b*, sowie das Gewölbe *c* aus feuerfesten Ziegeln bestehen. *d* ist der gusseiserne Rost, über welchem der mit einem Verschlussdeckel *e* versehene Schmelztiegel *f* auf dem Fusse *g* steht. Der Ofen erhält oben im Scheitel des Gewölbes eine 22 Zoll weite, runde Oeffnung *h*, die in dem Fussboden *l* der darüber befindlichen Etage mit einem gusseisernen Rahmen *i* eingefasst ist, in dessen Falz ein gusseiserner mit einer kleinen Oeffnung *m* versehener Deckel *k* eingelegt wird. Durch die Oeffnung *h* wird der Schmelztiegel mittelst der in Fig. 13 dargestellten Zange in den Ofen eingesetzt und aus demselben wieder herausgenommen. Vor der Schüröffnung *n*, welche mit einer gusseisernen Platte *o* überdeckt und mit dem gusseisernen Rahmen *p* versehen ist, befindet sich die gusseiserne Feuerungsthür *q*, welche mittelst einer Klinke verschlossen wird. *r* ist der Aschenfallraum, in welchen die äussere Luft durch die Oeffnung *s* eingeführt wird. Unter der Oeffnung *s* dient die breitere Oeffnung *t* zum Herausziehen der Coaksasche.

In Fig. 14 ist der Tiegel *f* mit seinem Deckel *e* im grösseren Maassstabe im verticalen Durchschnitte und darunter der Fuss *g* desselben in der äussern Ansicht in demselben Maassstabe besonders dargestellt. In diesen Tiegel werden, wie die Figur 14 zeigt, die zu schmelzenden Stahlstücke eingelegt, worauf derselbe mittelst des Deckels luftdicht verschlossen wird. Letzteres geschieht durch Verstreichen mit Thonmörtel.

Der geschmolzene Stahl wird in eine gussseiserne Form gegossen, welche inwendig mit Thon bestrichen ist. Diese Form besteht aus zwei Theilen, deren untere Hälfte Fig. 10 in der obern Ansicht und Fig. 11 im verticalen Längendurchschnitte darstellt. In Fig. 12 ist *a* das Querprofil des untern Theils und *b* das des obern Theils der Form. Der obere Theil greift mit einem vorstehenden Rande α in den Falz β des untern Theils ein.

An der einen schmalen Seite der Form befindet sich die Eingussöffnung *c* Figur 10 und 11.

Gussstahlschmelzhütte. Fig. 16—26. — Diese Figuren stellen die allgemeine Einrichtung und die Details einer der besten Stahlschmelzhütten Yorkshire's vor. Diese Hütte enthält 10 Oefen zu zwei Tiegeln und kann wöchentlich 3972 Kil. (7075 Pfund) Gussstahl erzeugen. Fig. 16 ist ein horizontaler Durchschnitt der ganzen Schmelzerei durch eine 0,40 Meter (15 Zoll) über den Boden geführte Ebene. Man sieht in der eigentlichen Schmelzhütte in Projection die obern Mündungen der Oefen und den horizontalen Durchschnitt der zugehörigen Schornsteine. Zur linken Seite 1,2 Met. (3,79 Fuss) unter dem Boden (Sohle) der Schmelzhütte befindet sich das Gebäude, wo die Coaks und der feuerfeste Thon aufbewahrt und auch die Tiegel verfertigt werden. Auf der entgegengesetzten Seite befindet sich der Ofen zum Brennen der Tiegel und das Gebäude, welches als Magazin für den rohen Cementstahl und für den Gussstahl dient.

Fig. 17 zeigt eine Projection und verticale Durchschnitte der Schmelzhütte und der an sie anstossenden Gebäude nach zu der Hauptmauer der Schornsteine parallelen Ebenen. Einer der Durchschnitte (*B' C'*) zeigt die Projection der Roste und Aschenräume und der andere (*C D*) die innere Gestalt der Schmelzöfen und des Ofens zum Verbrennen der Tiegel. Man sieht in beiden die Tiegel auf den, längs den Mauern angebrachten Gestellen stehen. Fig. 18 ist ein verticaler Durchschnitt der Schmelzhütte nach zwei auf die Hauptmauer der Schornsteine senkrechten Ebenen. Man sieht hier zwei Tiegel in einem Schmelzofen und den Canal, durch welchen die Verbrennungsgase aus dem Ofen in den Schornstein abziehen; ferner die Thüre, welche zum Tiegelbrennofen führt und die drei Stiegen, wovon die eine aus der Schmelzhütte in den Hof, die andere vom Hofe in den eingewölbten Keller und die dritte aus dem Keller in das Stahlmagazin führt. Fig. 19 ist der Deckel, welcher die im Niveau der Sohle der Schmelzhütte liegende obere Mündung der Schmelzöfen verschliesst; Fig. 20, die Form zur Verfertigung der Schmelztiegel; Fig. 21, eiserne Stange, mit der beweglichen hölzernen Stütze, worauf der geformte Tiegel gestellt wird, um ihn aus der Form zu nehmen; Fig. 22, verticaler Durchschnitt des Tiegels, seines Deckels und Untersatzes; Fig. 23 zeigt die Anordnung der Giessform im Augenblicke des Giessens. Fig. 24, Zange zum Herausnehmen des Tiegels aus dem Ofen, wenn sein Inhalt geschmolzen ist; Fig. 25 eine zweite Zange, mit welcher der Arbeiter den Tiegel hält, wenn er den geschmolzenen Stahl in die Form giesst, und Fig. 26 zeigt endlich die Anordnung des Trichters und der geraden Stange, deren man sich bei'm Beschikken der Tiegel bedient.

Tafel 73.

Stahlcementiröfen.

Fig. 1—4 Stahlcementirofen, bei Holzfeuerung.

Fig. 1, verticaler Durchschnitt nach der Linie *AB* in Fig. 4; Fig. 2, verticaler Längendurchschnitt nach der Linie *CD*; Fig. 3, vordere Ansicht und Fig. 4, Grundriss nach der Linie *EF* in Fig. 1 und 2.

Der Ofen ist 16 Fuss lang, 15½ Fuss breit und 9 Fuss 2 Zoll in den äussern Wänden hoch. Der Heerd *l* des Ofenraumes und die innern oder die Futterwände *m*, sowie das über den ganzen innern Ofenraum gespannte, an den langen Seitenwänden

in der Höhe von 3 Fuss 9 Zoll vom Heerde ab beginnende und mit dem Scheitel sich 6 Fuss 4 Zoll über den Heerd *b* erhebende Gewölbe *d*, sind von feuerfesten Thonziegeln, das Mauerwerk unter dem Heerde *l*, die äussern Wände *n* und der Essenmantel *h* sind von gewöhnlichen Ziegeln aufgeführt. Mitten durch den 9 Fuss breiten, 10½ Fuss langen Heerd des Ofens ist der Länge nach der 1 Fuss 10 Zoll breite und von der Heerdfläche 2 Fuss tiefe Feuerungsraum durchgeführt, in welchem sich der Rost *a* befindet. Der Feuerungsraum ist durch die Scheidewand *o* in zwei gleiche Theile getheilt, von denen jeder in der Aussenmauer mit einer durch eine Thür verschliessbare Einheizöffnung *b* versehen ist. Unter den Rosten *a* der beiden Feuerungen befinden sich 15 Zoll breite Aschenräume *p*, welche unter den Einheizthüren offen sind und dort mit der äussern Luft communiciren. Quer über dem Heerde sind, in Entfernungen von 4½ Zoll voneinander, 7 Zoll breite, 1 Fuss 9 Zoll starke kleine Scheidewände *q* von feuerfesten Thonziegeln aufgeführt. In diesen kleinen Wänden *q*, welche sämmtlich mit gewölbten Bögen quer über den Feuerungsraum hinweggeführt werden, sind gleich bei deren Aufführung zu beiden Seiten des Feuerungsraumes zwei 1 Fuss 4 Zoll tiefe und 2 Fuss 3 Zoll breite Einschnitte für die beiden Cementirkästen *c*, *c* und ein dergleichen von 3 Fuss 1 Zoll Breite und 10½ Zoll Tiefe für den mittleren Cementirkasten *c'* ausgespart. In diesen Einschnitten sind die 3 Cementirkästen *c*, *c*, *c'*, deren Böden und Wände aus feuerfesten Thonsteinen bestehen, in der Art aufgeführt, dass unter den Böden, zwischen den kleinen Gurtmauern *q*, ein 5 Zoll hoher, 4½ Zoll weiter Raum als Canal offen bleibt. Die drei Cementirkästen sind jeder, mit Einschluss des Bodens, 3 Fuss 4 Zoll hoch. Der mittlere Cementirkasten, welcher bei gleicher Höhe mit den andern beiden Kästen, wegen der gewölbten Bögen in den Gurtmauern *q* über den Feuerungsraum, nicht so tief wie die beiden andern gelegt werden kann, ragt mit seinem obern Rande über diese hervor. Durch diese Lage der Cementirkästen in den Einschnitten der kleinen Gurtmauern bilden sich, so tief dieselben in den letzteren stehen, von der Feuerung aus kleine Canäle *o*, durch welche die Flamme den Boden und die Seitenwände der Cementirkästen gleichmässig umströmt und gleichförmig in Glühhitze bringt. Auf den Seiten des Gewölbes *d* sind 8 Zugöffnungen *e*, nämlich auf jeder Seite vier, durch welche Rauch und Flamme abgeführt werden. Sie dienen zugleich zur Verstärkung des Zuges, folglich auch der Hitze im Ofen, sowie überhaupt zur Regulirung des Zuges, um den Ofenraum an allen Stellen ziemlich gleichmässig zu erhitzen. Dieses Reguliren geschieht ganz einfach durch grösseres oder geringeres Oeffnen der auf die Zuglöcher gelegten Steine.

Die Oeffnung *f* dient zum Eintragen des Eisens und zum Herausnehmen der cementirten Stäbe aus dem Ofen, sowie auch als Einsteigeöffnung für die Arbeiter. Während des Brandes ist sie mit einer verlornen Mauer geschlossen. Der Cementirofen könnte frei in der Hütte stehen, man stellt ihn aber gewöhnlich unter einen Essenmantel *b*, in welchem sich auf jeder Seite eine Oeffnung *g* befindet, welche als Thüren dienen, um zu den Zugöffnungen *e* gelangen zu können. An der vordern Seite des Ofens sind 3 Oeffnungen *i* in der Mauer, behufs des Regulirens des Zuges angebracht. Auf den Seiten des Ofens und in derselben Richtung sind ebenfalls drei dergleichen durch die Wände der 3 Cementirkästen durchgehende Oeffnungen *i'* angebracht, welche zum Heransnehmen und Hineinschieben der Probestäbe dienen und durch Stöpsel verschlossen werden. Die Mauern des Ofens über dem Feuerungsraume werden durch Gewölbebögen *k* getragen.

Fig. 5—8, **Stahlcementirofen bei Steinkohlenfeuerung**, zu Sheffield.

Fig. 5, verticaler Durchschnitt nach der Linie *AB* in Fig. 7; Fig. 6, verticaler Durchschnitt nach der Linie *CD* in Fig. 7 und 8 und nach den Linien *E, F, G, H* in Fig. 5; Fig. 7, horizontaler Querschnitt nach der Linie *IK* in Fig. 5, 6 und Fig. 8, horizontaler Querschnitt nach der Linie *LM* in Fig. 5 u. 6.

Der im horizontalen Querschnitte 16 Fuss lange, $14\frac{1}{2}$ Fuss breite Ofen steht frei unter einer runden, unten lothrechten, oben conischen, als Schornstein sich verengenden Esse *h*, welche mit einer Eingangsthür versehen ist. Der mitten durch den Heerd durchgeführte Feuerungscanal ist hier schmaler, als bei dem vorigen Ofen, weil die Steinkohlen eine stärkere Hitze entwickeln, als das Holz. In dem Ofen befinden sich nur zwei, ebenfalls von feuerfesten Thonziegeln aufgeführte Cementirkästen *c, c* und zwar zu beiden Seiten des Feuerungsraumes. Mittelst der Thür *b* werden die Steinkohlen auf den Rost *a* des Feuerungsraumes gebracht. Ueber dem Ofen ist der Länge nach ein halbcirkelförmiges Gewölbe *d* gespannt, gegen welches an den schmalen Seiten des Ofens bogenförmige Walme gegengewölbt sind. Die Oeffnung *e*, oben in der Mitte des Gewölbes, dient zum Abziehen des Rauchs und der Flamme. Ausserdem wird aber die Flamme noch durch die beiden Zugöffnungen *f* in den Seiten des Ofens abgeführt. Diese Oeffnungen *f* stehen durch horizontale, in den Seitenwänden des Ofens fortgeführte Canäle *g*, mit essenartig an allen vier Ecken des Ofens in die Höhe geführten Abzugsröhren *k*, in Verbindung. Durch diese Züge *k* und die Oeffnungen *f* wird der Zug im Ofen regulirt. Die Oeffnungen *l* in der vordern Mauer dienen zum Einsetzen und Herausnehmen der Stäbe, die Oeffnungen *i, i'* zum Herausziehen der Probestäbe. Beide Oeffnungen werden während des Cementirens verschlossen. Die beiden Cementirkästen *c, c* stehen hier ebenfalls in Einschnitten der quer durch die Breite des Ofens mit kleinen, gewölbten Bogen über den Feuerungscanal hinweggeführten Gurtmauern *q*, welche, wie bei dem vorher beschriebenen Cementirofen, kleine Zugcanäle *o*, unter den Böden und an den Seitenwänden der Cementirkästen, bilden, durch welche sich die Flamme gleichförmig vertheilt und die Cementirkästen, sowie den Ofenraum gleichmässig erhitzt. Die Oeffnung *n*, Fig. 5, welche zum Einsteigen der Arbeiter in den Ofen dient, wird während des Cementirens verschlossen.

Fig. 9—11, **Stahlraffinirheerd** zu St. Gallen in Steyermark. Fig. 9, Grundriss des Heerdes, über der Form genommen; Fig. 10, Vorderansicht und Fig. 11, Oberansicht des Heerdes oder der Feuergrube.

Der Raffinirheerd erhält im Allgemeinen die Construction eines gewöhnlichen Frischheerdes. Der mit drei Schlackenlöchern versehene Schlackenzacken *a* wird durch zwei gusseiserne aufrechtstehende Platten *b* festgehalten. Vor dem Heerde ist *c* die sogenannte Essenbank, welche zur Auflagerung für die Stäbe dient. Durch die schräge Fläche *d* der Rückwand der Esse wird der Rauch etc. in den Essenschlot geleitet. *e, e* sind ein Paar in das Feuer eingelegte Kolben.

Bei dem sogenannten Pletten oder Abschienen füllt man die 14 Zoll tiefe Feuergrube bis zur Form mit Lösche aus, steckt in diese Lösche 9 Rohstahlstücke *f*, Figur 10 und 11, lothrecht ein. Das mittlere, der Form zunächst stehende Rohstahlstück ist von derselben $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll, entfernt und alle 9 Stücke erhalten eine etwas höhere Lage, als die Form. Dann werden wieder ähnliche Rohstahlstücke *g* über die hervorstehenden Köpfe der ersteren gelegt und quer über diese wieder andere Stücke *b* in 2 Linien Entfernung voneinander; sodann folgt abermals eine Schicht *i* querüber

und dann so fort, bis 7 Schichten auf den Stäben *g* übereinander liegen, welche zusammen eine Höhe von 8 Zoll erhalten. In die oberste Schicht *k* werden die sogenannten Wurzelbrocken gelegt, nämlich die Stücken, welche von unganzen Kolben bei'm Ganzmachen abgefallen und für sich in viereckige Stückchen zerschlagen worden sind. Auf diese Aufschichtung werden Kohlen *l* aufgeschüttet, die durch Kohlenlösche *e* zusammengehalten werden, welcher ein Stück Holz von dreieckigem Querschnitte zur Grundlage dient.

Tafel 74.

Wasserräder.

Wasserrad zu Tusey (construirt von den Herren Flachat und Petiet). — Die Fig. 1 und 2 (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter) stellen dieses Rad im Aufrisse und Grundrisse dar. — Die Fig. 3 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter) ist der Wellkranz zur Befestigung der Radarme.

Das vorliegende Rad betreibt ein Gebläse für einen Hohofen und für mehrere Cupolöfen; es besteht aus zwei gusseisernen Kränzen, von denen der eine verzahnt ist, und sie haben hölzerne Schaufeln zwischen sich. Mittelst eisernen Stäben, welche als Zugstangen dienen, sind die Schaufelkränze mit zwei gusseisernen Wellkränzen verbunden, die auf einer ebenfalls gusseisernen Welle festgekeilt sind. Die Stellung der Verzahnung an der Peripherie des Rades hat die Annahme dieser Einrichtung gestattet, weil die Arme der Welle keine Kraft mitzutheilen haben. Das Gerinne oder der Wasserkasten, welcher das Aufschlagewasser herbeiführt, besteht aus Holz; der Schütz besteht aus Gusseisen. — Der an der Seite angebrachte Schütz *AB* dient als Abfall für das überflüssige Wasser.

Rad zu Wesserling. — Dieses Rad ist, wie das vorhergehende, ein Zellenrad; es unterscheidet sich aber wesentlich durch die Art und Weise, wie es das Wasser aufnimmt, die durch einen Seitenschütz mit Abtheilungen stattfindet, während das Rad zu Tusey ein gänzlich oberschlächtiges ist.

Das Rad zu Wesserling kann als ein wirkliches Modell angesehen werden: die Kränze bestehen aus Gusseisen, die Schaufeln von Blech und die Arme von Schmiedeeisen. Die Verzahnung, welche die Bewegung dem Getriebe mittheilt, ist an der Peripherie angebracht.

Fig. 4 und 5 (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter); Durchschnitt des Schützes, Aufriss und Grundriss des Rades.

Fig. 6 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter); Wellkranz zur Befestigung der Arme.

Fig. 7, 8 und 9 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter); einzelne Theile der gusseisernen Welle, auf welche die Wellkränze festgekeilt sind.

Die Fig. 10, 11 und 12 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter) stellen die Verbindung der Arme oder Zugstangen mit den Schaufelkränzen, die Verbindung der Segmente der Verzahnung und die Details der blechernen Schaufeln dar.

Rad in der Hütte zu St. Maur bei Paris (construirt von Hrn. E. Martin). Dieses Rad, welches wie ein mittelschlächtiges Rad mit Kropfgerinne construirt ist, treibt in der erwähnten Hütte zwei Walzgerüste und verschiedene Nebenapparate. Es benutzt ein Gefälle von 4 Meter und hat eine Kraft von etwa 40 bis 50 Metern.

Die Welle, die Arme und die drei Schaufelkränze des Rades bestehen aus Gusseisen, die Schaufeln aus Blech. Es ist wegen der guten Einrichtung seines Schützes und wegen der eigenthümlichen Stellung der Verzahnung, welche an dem mittlern Kranze angebracht ist, bemerkenswerth.

Fig. 13 und 14 (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter); Auf- und Grundriss des Rades. In dem Grundrisse erkennt man die Einrichtung der hohlen Welle, an deren beiden Enden die Zapfen angebracht sind.

Fig. 15 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter); Zapfen, der in das Ende der Welle passt.

Fig. 16 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter); Kranz auf der Seite.

Fig. 17, mittlerer Kranz mit der Verzahnung.

Fig. 18, Ende des Arms, welcher in dem mittlern Kranze festhält.

Rad in der Hütte zu Abainville im Maas-Departement (construirt von den Herren Flachat und Petiet). — Mittelschlächtiges Rad mit einem Kropfgerinne.

Die Kränze, die Arme und die Welle bestehen aus Gusseisen, die Schaufeln aus Holz; der Schütz besteht auch aus Gusseisen und der Kropf aus Holz.

Fig. 19 und 20 (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter); Aufriss, Durchschnitt und Grundriss des Rades.

Fig. 21 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter); die Arme und die Wellkränze sind aus einem Stücke gegossen.

Fig. 22 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter); Seitenkranz.

Fig. 23, Seitenkranz mit Verzahnung.

Fig. 24, mittlerer Kranz, in welchem sich die eisernen Stangen vereinigen, welche ihn mit den beiden Seitenwellkränzen verbinden.

Tafel. 75.

Wasserräder.

Rad zu Romilly (construirt von Hrn. Ferry). — Poncelet'sches oder Rad mit gekrümmten Schaufeln. — Die Welle, die Arme, die Kränze und die Schaufeln bestehen aus Holz.

Fig. 1 und 2 (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter); Auf- und Grundriss des Rades. — Die Fig. 2 giebt die Verbindungsart der Zapfen und der Arme mit den Wellkränzen und Schaufelkränzen an. — Die Fig. 3 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter) stellt einen Durchschnitt der Schaufeln dar.

Fig. 4, einzelne Theile der Zapfen.

Rad in der Hütte zu Guerigny. — Dieses Rad, von demselben Systeme wie das vorhergehende, hat eiserne Arme, blecherne Kränze und Schaufeln, Wellzapfen und Welle von Gusseisen.

Fig. 5 (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter); Aufriss und Durchschnitt des Rades.

Fig. 6 und 7 (Maassstab von 0,04 Meter auf das Meter), Verbindung der Arme mit den Well- und Schaufelkränzen.

Fig. 8 und 9, Verbindung der Schaufeln mit den Kränzen, welche mittelst eines eisernen Winkels stattfindet.

Fig. 10, Radwelle.

Gebläserad zu Eclaron. — Dieses Rad hat gerade Schaufeln und einen gemauerten Kropf. Das Rad und der Schütz bestehen aus Holz; es ist im Durchschnitte in der Fig. 11 dargestellt (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter). — Die Fig. 11 *bis* stellt die einzelnen Verbindungen nach einem Maassstabe von 0,04 Meter dar.

Gebläserad mit ebenen Schaufeln (construirt von den Herren Flachat und Petiet). Bei diesem Rade bestehen die Welle, die Arme, die Stelzen und die Schaufeln aus Holz; die Kränze allein bestehen aus Gusseisen. — Der Schütz ist gerade und besteht aus Gusseisen.

Fig. 12 u. 13 (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter); Durchschnitt und Grundriss des Rades; *A* und *B* sind die Gräben, durch welche das Wasser herbeigeführt wird.

Die Figg, 14—24 stellen nach einem Maassstabe von 0,04 Meter die verschiedenen einzelnen Theile dar.

Fig. 14 u. 15, Verbindung der Arme, der Stelzen und der Schaufeln mit den Kränzen.

Fig. 16, 17 u. 18, Durchschnitte des Kranzes.

Fig. 19 u. 20, Zapfen, welche an das Ende der hölzernen Welle befestigt worden sind.

Fig. 21, horizontaler Durchschnitt des Schützes.

Fig. 22, 23 u. 24, einzelne Theile des Schützes.

Tafel 76.

Dampfmaschinen.

Dampfmaschine zu Abainville (construirt von den Herren Flachat und Petiet). — Diese in der Maschinenbauanstalt zu Chaillot erbaute Maschine ist in der Hütte zu Abainville, im französischen Maas-Departement, im Jahre 1837 aufgestellt und betreibt dort mehrere Walzwerke. Sie ist im Aufrisse, Durchschnitte und Grundrisse in den Figg. 1 u. 2 (nach einem Maassstabe von 0,02 Meter) dargestellt.

Ihre Kraft beläuft sich auf die von 100 Pferden; sie wendet Dampf von 3 Atmosphären, Expansion und Condensation an und wird durch zwei Kessel gespeis't, welche durch zwei Schweissöfen gefeuert werden (Taf. 44).

Durchmesser des Cylinders	0,90 Met.
Kolbenlauf	2,40 —
Kolbengeschwindigkeit	1,20 —
Umdrehungen in der Minute	15.

Die Dampfvertheilung wird mittelst Ventilen bewirkt, die durch Hebel in Bewegung gesetzt werden, auf welche die Luftpumpenstange wirkt.

Diese Maschine ist sehr sorgfältig ausgeführt und kann als ein Modell unter den Balanciermaschinen angesehen werden; es giebt wenige, deren verschiedene Theile in so richtigen Verhältnissen stehen, und die so sehr allen Anforderungen der Kunst genügen.

Maschine mit senkrechten Führern (construirt von Hrn. Pauwels). — Sie ist in den Figg. 3, 4 u. 5 im Aufrisse, Durchschnitte und Grundrisse dargestellt (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter). Diese Maschine, mit einer Kraft von 20 bis 25 Pferden, benutzt den Dampf mit hohem Drucke und mit Expansion.

Dieses System mit senkrechten Führern ist weit weniger kostbar, als das mit Balanciers, es nimmt auch weniger Platz ein, allein es ist nur bei geringern Kräften anwendbar, weil es keine hinlängliche Stabilität darbietet.

Tafel 77.

Dampfmaschinen.

Schwingende Maschine von 60 Pferdekräften (construirt von Herrn Cavé). — Fig. 1 u. 2 (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter).

Diese Maschine, mit Hochdruckdämpfen, Expansion und Condensation, ist in der Hütte von Troncey aufgestellt, wo sie mehrere Walzwerksgerüste treibt. — Der wenige Platz, den diese Maschinen einnehmen und ihre geringen Kosten machen sie vollkommen anwendbar in den Eisenhütten. Man hat dies System neuerlich durch die Anwendung eines Vertheilungsschiebers und einer veränderlichen Expansion vervollkommnet.

Horizontale Maschine (in America construirt). — Fig. 3—5 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter). Diese Figuren können einen Begriff von der ausserordentlichen Einfachheit der horizontalen Dampfmaschine geben; es lässt sich dieses System sowohl bei grossen, als bei kleinen Kräften anwenden; es zeigt mehr Stabilität, als jedes andere, und diese Stabilität wird mit der grössten Leichtigkeit erlangt.

Die Dampfvertheilung wird bei dieser Maschine durch die Kolbenstange bewirkt, allein es ist besser, sie durch ein besonderes Excentricum zu bewerkstelligen, indem sich auf diese Weise ihre Oeffnung weit schneller zu Anfang eines jeden Kolbenlaufs macht.

Tafel 78.

Zahnräder und Zapfenlager.

Zahnräder mit hölzernen Zähnen. — Fig. 1—6 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter).

Die Fig. 1 stellt das Rad im Aufrisse vor und zeigt die Art und Weise der Befestigung des Wellkranzes auf der Welle. Die Verbindung der Arme mit dem Kranze ist in Fig. 2 im Durchschnitte angegeben.

Fig. 3, Grundriss eines Zahns nebst dem Stielloche zu seiner Aufnahme.

Fig. 4, Durchschnitt der Arme.

Fig. 5, Form des hölzernen Zahns.

Fig. 6, andere Form, welche man den hölzernen Zähnen oder Holzkämmen häufig giebt, und welche ihnen eine weit grössere Festigkeit gestattet. Die Flächen des Zahnes sind mit dem Halbmesser des Zahnes parallel. Der Stiel ist mit dem Zahne durch eine Abschrägung verbunden, die in eine gleiche Vertiefung in dem Kranze versenkt wird.

Getriebe und Rad von Gusseisen (Hütte zu Guerigny). — Fig. 7—12 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter).

Fig. 7, Aufriss des Getriebes und des Rades.
Fig. 8, Durchschnitt des Muffs, auf welchen der Kranz des Getriebes befestigt worden ist.
Fig. 9, Durchschnitt des Kranzes durch die Mitte der Verbindung.
Fig. 10, Durchschnitt *CD* auf der Peripherie des Muffs.
Fig. 11, Durchschnitt *EF* des Rades, durch den Kranz und durch den Wellring, die Arme im Aufrisse zeigend.
Fig. 12, Querdurchschnitt eines Armes.
Zahnrad zu Chatillon. — Fig. 13—19 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter).
Fig. 13, Aufriss des Rades.
Fig. 14, Durchschnitt des Kranzes.
Fig. 15, Grundriss des Zapfenlochs, in welchem die Arme befestigt werden.
Fig. 15 *bis*, Durchschnitt *AB*.
Fig. 16, Durchschnitt des Armes durch *CD*.
Fig. 17, Aufriss des Muffs zur Befestigung, der auf den des Zapfens befestigt worden ist.
Fig. 18, Längendurchschnitt, welcher den Zapfen und das Ende der Welle zeigt.
Fig. 19. Durchschnitt *EF*.
Zahnrad der Hütte zu Denain. — Fig. 20—23 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter). Dieses Rad ist in 4 Theilen gegossen, welche durch Bolzen zusammengeschraubt worden sind.
Fig. 20, Aufriss des Rades.
Fig. 21, Durchschnitt des Kranzes und Seitenansicht des Armes.
Fig. 22, Durchschnitt *AB* des Armes.
Fig, 23, Durchschnitt *CD* des Armes.
Gusseiserne Welle zu Lavoulte. — Fig. 24 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter).
Welle und Krummzapfen (Hammer zu Charenton). — Fig. 25—28 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter). — Diese Formen sind veraltet und lassen sich jetzt nicht mehr anwenden.
Zapfenlager zu Guerigny. — Fig 29—31 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter). — Aufriss, Durchschnitt und Grundriss.
Balancierzapfenlager (Maschine zu Abainville). — Fig. 32—34 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter).
Zapfenlager für eine Verbindungswelle (Vierzon). — Fig. 35 u. 36 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter). Dieses Zapfenlager ist mit einem Sattel versehen und kann nach allen Richtungen mit hölzernen Keilen regulirt werden.

Tafel 79.

Schwungräder und Zahnräder.

Alle Figuren sind nach einem Maassstabe von 0,05 Meter auf das Meter angefertigt worden.
Schwungrad zu Imphy. — Fig. 1—4.

Fig. 1, Aufriss.

Fig. 2, Durchschnitt *AB*.

Fig. 3, Durchschnitt *CD*.

Schwungrad zu Creusot. — Fig. 5—7.

Schwungrad zu Morat (construirt von Cavé). — Fig. 8—12.

Dieses Schwungrad hat schmiedeeiserne Arme, welche mit der Nabe und mit dem Kranze verbunden sind; diese Art der Construction ist sehr zierlich und wird jetzt recht häufig angewendet.

Schwungrad zu Charenton. — Fig. 13—15.

Schwungrad zu Vierzon. — Fig. 16—19. Der Kranz ist mit einem eisernen Reife umgeben.

Verbindung des Schwungradkranzes zu Abainville (construirt von den Herren Flachat und Petiet). — Fig. 20—23.

Diese Verbindung wird, wie man sieht, mittelst eiserner Schwalbenschwänze bewirkt, die durch Schraubenbolzen befestigt werden.

Schwungrad zu Vierzon (alt). — Fig. 24—26. Dieses Schwungrad ist mit einem eisernen Reife umgeben.

Schwungrad zu Lavoulte. — Fig. 27—29.

Schwungrad zu Guerigny. — Fig. 30—32.

Schwungradwelle zu Creusot. — Fig. 33.

Zahnrad zu Morat (von Hrn. Cavé). — Fig. 34—38. Dieses Rad zeichnet sich durch die Grösse seines Durchmessers und durch seine Leichtigkeit aus.

Zahnrad zu Creusot. — Fig. 39—42.

Diese verschiedenen Beispiele geben einen genauen Begriff von den meisten Constructionsmethoden, welche für die Schwungräder angenommen worden sind.

Tafel. 80.

Pumpen und Wasserbehälter. — Winden.

Speisepumpe (construirt von den Herren Flachat und Petiet). — Fig. 1, 2 und 3 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter) und Fig. 4 (Maasstab von 0,10 Meter auf das Meter).

Die verschiedenen Stücke, aus denen diese Pumpe besteht, sind:

1) Eine Sohlplatte, welche auf das hölzerne Sohlwerk geschraubt ist.

2) Der Pumpenkörper und seine Ventile.

3) Der Kolben, seine Stange, die Führer der Stange.

4) Der eiserne Balancier und seine beiden Zapfenlager.

5) Das Excentricum der Bewegungsmittheilung und seine Stange.

Der Lauf des Tauchers oder massiven Kolbens beträgt 0,40 Meter; sein Durchmesser 0,125 Meter. Sein Durchschnitt ist gleich 0,123 Quadratmeter. Nimmt man an, dass seine Geschwindigkeit gleich 0,30 Meter betrage, so erhält man das in der Minute gelieferte Wasservolum durch die Formel (21), woraus man zieht:

$$V = \frac{S\ V}{0,04} = \frac{0,0123 \times 0,30}{0,04} = 0,092 \text{ Cubikmeter, d. h, 92 Liter in der Minute.}$$

Fig. 1, Seitenaufriss des Systems.

Fig. 2, Grundriss des Ganzen.

Fig. 3, Grundriss der Pumpe und der Kolbenstange.

Fig. 4, Sauge- und Auslassventil.

Wasserbehälter (in der Hütte zu Vierzon). — Fig. 5, 6 u. 7 (Maassstab von 0,02 Meter auf das Meter).

Dieser aus 5 gusseisernen Platten, welche durch Schraubenbolzen miteinander verbunden sind, bestehende Wasserbehälter ruht auf drei gusseisernen Rahmenstücken, die ihrerseits auf einer Mauer stehen. — Sein räumlicher Inhalt beträgt 3,60 Cubikmet., d. h. 3600 Liter.

Fig. 5, Aufriss.

Fig. 6 u. 7, Durchschnitte *AB* und Theil des Durchschnittes *CD*.

Gewicht der Stöcke der Pumpe und des Wasserbehälters:

	Gusseisen.	Schmiedeeisen.
Platten, Gerüst, Querstangen	4597,00 Kil.	
Röhren, Excentricum, Sohlplatte . . .	2184,00 —	
Excentricring, Stange, Balancier und seine Welle . . .		197,00 Kil.
Bolzen zu den Röhren, Querstangen etc.		328,00 —
	6781,00 Kil.	525,00 Kil.
Pumpe, Hähne etc.		823,00 Fr.

Drehbare Winde (construirt von den Herren Flachat und Petiet). — Fig. 8—12 (Maassstab von 0,10 Meter auf das Meter). Diese Winde besteht aus zwei Theilen: der erste ist eine Säule mit einem grossen Fusse, welcher sehr fest auf einem Fundamente von Mauerwerk oder Schwellwerk befestigt worden ist.

Der zweite Theil besteht aus zwei untereinander verbundenen Stücken, die sich um die Säule, welche sie umfassen, drehen können.

Der bewegliche Theil besteht:

1) Aus einer eisernen Welle, mit einer Trommel und einem Zahnrade mit Bremse.

2) Aus einer Welle mit Kurbel, die ein Getriebe und ein Sperrrad enthält.

3) Aus einer Querstange mit der Ausrückstange und dem Sperrkegel.

Durchmesser der Trommel	= 0,15	Met.
— des Zahnrades	= 0,9550	—
— des Getriebes	= 0,105	—

Fig. 8, Seitenaufriss.

Fig. 9, Grundriss des Ganzen.

Fig. 10, Durchschnitt der Trommel und innere Ansicht von einem der beweglichen Theile.

Fig. 11, Durchschnitt des Zahnrades.

Fig. 12, Einrück- und Ausrückstange des Getriebes.

Gewicht der Stücke:

Gusseisen	1031,00 Kil.
Schmiedeeisen	196,00 —
Kosten für das Ausschmieden, für das Zusammenarbeiten und für das Aufstellen .	315 Fr.

Winde zum Aufstellen von Maschinen (in den Werkstätten zu Chaillot). — Fig. 13—16 (Maassstab von 0,08 Meter auf das Meter).

Diese Winde besteht aus zwei gusseisernen Ständern, welche durch Querstangen miteinander verbunden und auf ein hölzernes Gerüste befestigt sind, das man mit Rädern versehen kann. Diese Rahmen sind mit zwei Wellen versehen, von denen die eine die Trommel und das Zahnrad, die andere aber das Getriebe, das Sperrrad und die Kurbeln enthält. Die Stange zum Ein- und Ausrücken und der Sperrkegel sind an der obern Querstange befestigt.

Durchmesser der Trommel	= 0,127 Met.
Durchmesser des Zahnrades	= 0,630 —
Durchmesser des Getriebes	= 0,086 —

Dieser kleine Apparat, der nur mässige Kosten veranlasst, leistet sehr gute Dienste bei'm Aufstellen der Maschinen.

Tafel. 81.

Walzendrehbank.

Spitzen- und Supportdrehbänke. — Fig. 1 u. 2 (Maassstab von 0,05 Meter auf das Meter).

Die Fig. 1 stellt zwei Supportdrehbänke, die Fig. 2 eine Spitzendrehbank dar. Diese Drehbänke werden durch ein Wasserrad *A* bewegt und die Bewegungsmittheilung wird durch ein System von Zahnrädern *B, B', B''* bewirkt.

D D', Spitzendrehbank.

E E', Supportdrehbänke.

Fig. 3 u. 4, Docke der Spitzendrehbank.

Fig. 5 und 6, andere Docke derselben Drehbank.

Fig. 7, Grundriss und Durchschnitt von einer der Supportdrehbänke.

Fig. 8, 9 u. 10, verschiedene zu diesen Drehbänken gehörige Theile.

Tafel 82.

Einzelne Theile der Walzendrehbänke.

Die Fig. 1 (Maassstab von 0,03 Met. auf das Meter) stellt einen Querdurchschnitt der Drehhütte auf Taf. 81 dar. Das Wasserrad und die Zahnräder, welche die Bewegungsmittheilung bewirken, sind durch punctirte Linien im Aufrisse dargestellt.

Supportdrehbänke. — Fig. 2—10 (Maassstab von 0,08 Meter auf das Meter).

Fig. 2, Querdurchschnitt, welcher das Support im Aufrisse und den Wagen oder die Auflage im Durchschnitte zeigt. — *A* ist das Support der schon abgedrehten Walze, welche man über die zweite legt, um von dem genauen Zusammentreffen der Caliber überzeugt zu seyn.

Fig. 3, Grundriss des Supports.

Fig. 4, 5 und 6, Platte und Zapfenlager für die Bewegungsmittheilung der Drehbank *E* (Fig. 1 Taf. 81).

Fig. 7—9, einzelne Theile des Wagens oder des Supports für den Drehstahl.

Fig. 10, Gegenspitze der Supportdrehbank.

Einzelne Theile einer Spitzendrehbank. — Fig. 11—14 (Maassstab von 0,08 Meter auf das Meter).

Fig. 11 u. 12, Gegendocke oder hintere Docke einer Spitzendrehbank.

Fig. 13, bronzene Pfanne, welche in die Supports eingelassen ist.

Fig. 14, einzelne Theile der Supports *G*, *G* (Fig. 2, Taf. 81), welche den Drehstahl aufnehmen.

Tafel 83.

Hütte zu Alais.

Die Hütte zu Alais im französischen Gard-Departement ist nach den Plänen und unter der Direction des Herrn Commineau erbaut worden.

Fig. 1, Grundriss der Walzhütte (Maassstab von 0,002 Meter auf das Meter).

A und *B*, Dampfmaschine;

C, Dampfkessel;

D, Esse;

P, *P*, etc. Puddelöfen;

R, *R*, etc. Schweissöfen;

h, Stirnhammer;

i, Luppenwalzwerk;

a, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, Grob- und Feineisenwalzwerke, Schneidwerk, Schienenwalzwerk etc. etc.;

g, Walzendrehbank.

Fig. 2, 3 u. 4 (Maassstab von 0,002 Meter auf das Meter), Längendurchschnitt und Aufriss des Walzwerksgebäudes.

Fig. 5 (Maassstab von 0,01 Meter auf das Meter), Querdurchschnitt, welcher die Dampfmaschine der Stabeisenwalzwerke und die Bewegungsmittheilung zeigt.

Fig. 6, Maassstab von 0,01 Meter auf das Meter), Aufriss von einem der grossen Bogen und perspectivische Ansicht von dem Innern des Gebäudes.

Die Hütte zu Alais ist eine der bedeutendsten in Frankreich; ihre Producte haben sich im Laufe der letztern Jahre bedeutend vermehrt und verbessert.

Tafel 84.

Walzwerkshütte zu Decazeville.

Die Walzhütte zu Decazeville besteht aus einem grossen Gebäude, in welchem zwei Dampfmaschinen befindlich sind, von denen eine jede eine Reihe von Walzgerüsten betreibt. Dieses Gebäude existirt seit der Gründung dieser schönen Hüttenanlage. Im Jahr 1842 hat Herr Cabrol, der Director von Decazeville, eine neue Walzhütte gebaut, welche die Productionsmittel fast verdoppelt hat. Die neuen Baue sind auf dem Grundrisse durch hellere Schraffirung angedeutet.

Fig 1 (Maassstab von 0,003 Meter auf das Meter), Grundriss der beiden Walzhütten, der alten und der neuen und des Gebläsegebäudes.

Fig. 2, Seitenaufriss der beiden Hütten.

Fig. 3, Querdurchschnitt der ältern Hütte.

Wir beschreiben nun speciell die Apparate, welche im Detail in der Fig. 1 angegeben sind.

Alte Walzhütte. — *A*, *A'*, zwei Dampfmaschinen von Niederdrnck und von 60 Pferdekräften.

B B', Kessel dieser Maschinen;

C, gemeinschaftliche Esse;

Die Dampfmaschine *A* betreibt:

M, einen Stirnhammer, dessen Daumenring auf der Kurbelwelle selbst angebracht ist;

D, zwei Gerüste mit Puddelwalzen und ein Gerüst mit Getrieben;

F, *F'*, zwei Feineisenwalzwerke;

S, ein Walzgerüst für Bandeisen;

G, Scheere für grobe Eisensorten;

H, Quetschmaschine zum Zusammendrücken der Luppen.

Die Dampfmaschine *A'* betreibt:

D', ein Walzwerk, bestehend aus: 2 Schienenwalzgerüsten nebst Getriebsgerüste, aus einem Streckwalzgerüste und einem Schneidwerke mit seinen Getrieben;

T, ein Blechwalzwerk, bestehend aus einem Gerüste mit glatten Walzen, einem Getriebegerüste und einer Scheere;

K, ein Gerüst mit grossen Streckwalzen nebst seinem Getriebegerüste;

G', *G'*, Scheeren, welche durch eine kleine besondere Welle *g'* getrieben werden;

X, *X*, zwei Walzendrehbänke.

Diese zweite Maschine betreibt alle Walzwerke zur Fabrication verkäuflichen Eisens; die andere dagegen wird hauptsächlich zur Vorbereitung des gepuddelten Eisens, d. h. zur Rohschienenfabrication, angewendet, auch umgeben die Puddelöfen diese erste Maschine und liegen bei *P*.... *P*, die Schweissöfen dagegen bei *R*, *R*.

V, Eisenmagazin.

Neue Walzhütte. — *A''*, Dampfmaschine mit mittlerm Druck von 90 Pferdekräften.

B'', Kessel dieser Maschine;

C'', unterirdische Leitung, welche die Flamme der Kesselöfen der grossen Esse von dem Gebläse zuführt.

Die Dampfmaschine betreibt:

M'', Stirnhammer, dessen Daumenring auf der Maschinenwelle selbst befestigt ist;

D'', Walzwerk, welches aus einem Getriebsgerüste, zwei Puddelwalzgerüsten und einem Bandeisenwalzwerke besteht;

T'', zwei Blechwalzgerüste und ein Getriebsgerüst;

F'', zwei Gerüste mit kleinen Walzen von 0,25 Meter Durchmesser, mit Getriebsgerüst und Bandeisenwalzwerk;

F''', drei Gerüste, jedes zu drei Walzen für feines Rundeisen und ein Bandeisenwalzwerk;

S'', ein Bandeisenwalzgerüst;

X'', zwei Scheeren, die durch ein besonderes Räderwerk getrieben werden;

R', Schweissöfen;

P', Puddelöfen.

Die Hütte zu Decazeville kann jährlich 18—20000 Tonnen Stabeisen produciren; sie ist jetzt die bedeutendste in Frankreich.

Tafel 85.

Walzhütte zu Creusot.

Die Eisen-, Flammenofenfrisch- und Walzwerkshütte zu Creusot (im Jahre 1843) nimmt eine Ausdehnung von 80 Meter Länge und 50 Meter Breite ein, d. h. einen Oberflächenraum von 4000 Quadratmetern.

Eine Seite der Hütte enthält die Apparate für die Darstellung des Feineisens und für das Verpuddeln desselben, der mittlere Theil die Walzwerke, sowie die Schweiss- und Glühöfen. Die andere Seite, welche bis jetzt als Walzenmagazin dient, ist zur Aufnahme neuer Walzwerke bestimmt, wozu alsdann noch eine Dampfmaschine angelegt werden würde.

A, Dampfmaschine von 120 Pferdekräften mit mittlerm Druck. Sie wird durch 18 cylindrische Kessel mit Röhren, ohne Rückkehr der Flamme und ohne Siederöhren *B*, gespeis't. Der Rauch entweicht durch eine grosse Esse *C*.

Diese Maschine treibt, mittelst einer sehr bedeutenden Bewegungsübertragung, 5 Walzwerkssysteme, nämlich:

D, zwei Puddelwalzgerüste zur Verwandlung des gepuddelten Eisens in Rohschienen;

E, zwei Walzgerüste für Schienenfabrication und zwei andere für verkäufliches Stabeisen, sowie auch für die Anfertigung von Deckstäben zu Schienenpaketen.

F, drei Gerüste für die Anfertigung von Feineisensorten;

G, Walzgerüst für starkes Blech;

H, zwei Gerüste für dünnes Blech;

v, Schwungrad;

g, *g*, Krahne für die Walzwerke;

c, *c*, *c*, Scheeren und ihre Bewegungsübertragung;

M, Maschine von 16 Pferdekräften, welche abwechselnd die beiden Stirnhämmer *m* und *m'* führt. Der eine kühlt sich ab, wenn der andere im Betriebe ist. Diese Maschine dient hauptsächlich zur Vorbereitung des Puddeleisens, welches ausgewalzt werden soll;

N, Maschine von 16 Pferdekräften zum Betriebe eines Stirnhammers *m''*, mit welchem die Kolben oder Blöcke zu dem starken Bleche oder schwere Eisenstücke vorbereitet werden. Er dient auch zum Zängen der mit Holzkohlen gefrischten Luppen. Die Maschine hat einen besondern Kessel *n*;

g', Krahn zum Handhaben der unter diesem Hammer auszuschmiedenden Stücke.

Oefen:

a, *a*, 16 Puddelöfen;

b, Schweissofen für Brucheisen:

d, *d*, zwei Schweissöfen für den Hammer;

e, *e*, zwei Frischfeuer;

f, *f*, *f*, vier Oefen zum Ausglühen des Bleches;

h, *h*, drei Oefen zum Glühen des starken Bleches;

i, *i*, *i*, 10 Schweissöfen;

O, Zerschneiden der Rohschienen und Bildung desselben zu Paketen;

P, das Geraderichten und Beschneiden des fertigen Eisens;

P', Geraderichten der Schienen;

Q, Magazine;
R, Niederlage für die Walzen;
S, Ziegelstein- und Sandniederlage;
T, Rechnungsbureau.

Die Walzhütte zu Creusot beschäftigt sich in diesem Augenblicke mit der Erneuerung und Vermehrung ihres Materials. Sie wird für ein jährliches Productionsquantum von 15—18000 Tonnen eingerichtet werden.

Tafel 86.

Hütte zu Vierzon.

Die Hütte zu Vierzon (construirt von den Herren Flachat und Petiet), nach einem Maassstabe von 0,005 Meter, besteht aus zwei verschiedenen Theilen: in dem einen befinden sich die Holzkohlenfrischfeuer und die Hämmer und der andere, der erst 1839 erbaut worden ist, enthält die Flammenöfen und die Walzwerke.

In der Hammerhütte bemerkt man:
A, *A'*, *A''*, sechs Frischfeuer;
B, mit Steinkohlen gefeuerter Heerd;
C, mit Steinkohlen gefeuerter Glühofen für die Hämmer;
D, *D'*, *D''*, Wasserräder;
E, *E'*, *E''*, Aufwerfhämmer;
F, oscillirende Dampfmaschine;
F', Gebläse von 4 Cylindern;
G, *G'*, *G''*, Dampfkessel, welche durch die verlorengehende Hitze gefeuert werden;
H, Eisenmagazin.

In der Walzwerkshütte bemerken wir:
R, Wasserrad von 60 Pferdekräften;
L, drei Walzgerüste für Grobeisen, worunter ein Bandeisenwalzwerk;
M, Walzwerk mit 5 Gerüsten für feine Eisensorten;
N, Schneidwerk;
P, Quetschmaschine;
Q, *Q'*, *Q''*, Scheeren;
R', oscillirende Dampfmaschine von 70 Pferdekräften;
S S', Walzwerk von 4 Gerüsten für gröbere Eisensorten, Schienen etc.;
M', Walzwerk von 4 Gerüsten für feine Eisensorten;
Q''', Scheere;
T, *T*, *T* etc., 14 Puddelöfen;
C, *C*, *C*, 11 Schweissöfen;
G''', *G'''* etc., Kessel, welche durch die verlorne Flamme gefeuert werden;
V, *V'*, *V''*, Winden zum Herausnehmen und Einlegen der Walzen.

Diese schöne Hüttenanlage, welche ihren Ruf und ihre Verbesserungen den Talenten des Herrn Aubertot verdankt, kann jetzt 8—10000 Tonnen Eisen produciren. Jedoch wird sie von ihrem neuen Besitzer, dem Grafen von Bossy, noch erweitert werden.

Tafel 87.

Hütte zu Abainville im franz. Maas-Departement.

Die Hütte von Abainville (erbaut von den Herren Flachat, Barrault und Petiet) bestand ehemals aus Frischfeuern und Aufwerfhämmern, und ihre Fabrication war, wie bei den ältern Hütten überhaupt, beschränkt.

Im Jahre 1825 führte ihr Besitzer, Herr Muel-Doublat, das englische Verfahren mit Puddelöfen und Walzwerken ein, welches zu gleicher Zeit auch zu Fourchambault, zu Creusot und zu Chatillon an der Seine eingeführt wurde. Da die Hütte gute Wasserkräfte zu ihrer Verfügung hatte, so behielt sie dieselben ausschliesslich zum Betriebe bei bis zum Jahre 1834, zu welcher Zeit man eine Dampfmaschine von 40 Pferdekräften zum Betriebe der Grob- und Feineisenwalzwerke anlegte. Die Dämpfe wurden gänzlich durch die verlorne Hitze der Schweissöfen erzeugt. Diese zu schwache Maschine wurde später durch die jetzige ersetzt und wurde zum Betriebe eines Hammers benutzt.

Die Hütte von Abainville hatte nicht den Character der grossen, rein englisch eingerichteten Stabeisenfabriken, die aus einem einzigen Guss erschaffen sind, man merkt ihr ihre successive Entstehung und Entwickelung an. Man findet dort nicht die Regelmässigkeit der Gebäude, welche in den andern Hütten vorherrscht. Aber die Verbindung der Wasser- und der Dampftriebkräfte bietet ein grosses Interesse dar.

Allgemeiner Grundriss der Hütte und ihrer Wasserkräfte. — Fig. 1, Maassstab von $\frac{1}{6000}$.

Nr. 1, englische Hütte mit zwei Hohöfen.

Nr. 2, Walzdrehhütte und Ziegelei zur Anfertigung feuerfester Ziegelsteine, welche durch ein Wasserrad betrieben werden.

Nr. 3, Holzkohlenhohofen mit Kohlenschoppen und Erzplatz; das Gebläse wird durch ein Wasserrad betrieben.

Einzelne Theile der Hütte (Maassstab von 0,004 Meter auf das Meter).

Wir werden nacheinander betrachten:

Die Giesserei; die Puddelhütte; die alte Hütte und die neue Hütte.

Giesserei. — Sie besteht aus einem Holzkohlenhohofen *H*.

Der Wind wird durch ein Gebläse geliefert, welches mit einem gusseisernen Balancier versehen ist und nach Belieben durch das Wasserrad mit Zellen *r* oder durch die Dampfmaschine mit mittlerm Drucke und Expansion, von 16 Pferdekräften, *V*, betrieben werden kann.

Die Regelmässigkeit des Windstroms wird durch den Glockenregulator *g* bewirkt.

Puddelhütte. — Sechs Puddelöfen *P*, welche mit kleinen Oefen zum Vorwärmen des Roheisens versehen sind.

M, Stirnhammer, der durch ein unterschlächtiges Rad mit Kropf bewegt wird;

R, mittelschlächtiges Rad, in welches das Wasser etwas über den Mittelpunct einfällt;

O, oscillirende Dampfmaschine von 40 Pferdekräften.

Diese beiden Motoren betreiben nach Belieben die folgenden Apparate:

S, Quetschmaschine zum Zängen der Luppen;

D, Luppenwalzwerk mit zwei Walzgerüsten und einem Getriebsgerüste;

C, zwei Scheeren für die Rohschienen;

G, Dampfkessel mit Siederöhren zur Speisung der Maschine *O*, der von der verlornen Hitze zweier Puddelöfen gefeuert wird;

F, zwei Frischfeuer.

Alte und neue Walzhütte. — Die Apparate zur Fabrication des Eisens sind sehr zahlreich, weil die Hütte nur feinere Eisensorten verkauft, die einen höhern Preis haben, welche aber auch mehr Manipulation erfordern, als die gröbern Stabeisensorten.

B, *B*, 7 Schweissöfen, von denen 5 so eingerichtet sind, das ihre verlorne Flamme benutzt werden kann;

B', Glühofen zum Ausglühen des Bleches;

R', unterschlächtiges Wasserrad von 50 Pferdekräften, welches zwei Walzwerke in der alten Hütte betreibt;

R'', mittelschlächtiges Rad von 40 Pferdekräften;

V', Dampfmaschine mit Mitteldruck, Expansion und Condensation von 100 Pferdekräften;

A, Walzwerk von zwei Gerüsten mit Walzen von 0,35 Meter Durchmesser, welche 70 bis 100 Umgänge in der Minute machen, nebst Getriebsgerüst;

A', Walzwerk von 5 Gerüsten, jedes mit 3 Walzen und mit einem Getriebsgerüste, zur Anfertigung feiner Stabeisensorten und feinen Bandeisens;

M', Schwanzhammer mit gusseisernem Gerüste, der 120 bis 180 Schläge in der Minute macht;

E, Walzwerk von 5 Gerüsten mit drei Walzen zur Anfertigung des feinern Rundeisens, und mit zwei Getriebsgerüsten, welche zur Bewegungsmittheilung an beiden Enden dienen;

T, Walzwerk von zwei Gerüsten und mit Getriebsgerüst, zur Blechfabrication; das Walzwerk dient aber auch zur Anfertigung gröberer Eisensorten. Die Walzen haben 0,50 Meter im Durchmesser und machen 30—35 Umgänge in der Minute;

C', drei Scheeren.

Man sieht, dass mittelst Aus- und Einrückungen die drei Motoren *R'*, *R''* und *V'* auf verschiedene Apparate wirken können, nämlich: das Wasserrad *R'* betreibt die beiden Walzwerke *A* und *A'*.

Die Dampfmaschine *V'* kann dieselben Walzwerke *A* und *A'*, den Schwanzhammer *N'* und das Walzwerk für Rundeisen *E* betreiben.

Das Wasserrad *R''* endlich bewegt das Blech- und das Grobeisenwalzwerk *T*, den Hammer *M'* oder das Feineisenwalzwerk *E*.

Durch diese Einrichtung kann die Dampfmaschine dem einen oder dem anderen Rad aushelfen.

G', zwei Kessel mit Siederöhren von 8 Meter Länge, welche die Flamme von zwei Schweissöfen erhalten und zur Speisung der Dampfmaschine *V'* hinreichen;

V'', Dampfmaschine von mittlerem Drucke und mit Balancier, von 40 Pferdekräften. Sie betreibt die folgenden Apparate:

M'', grosser Schwanzhammer, dessen Daumenring an der Dampfmaschinenwelle selbst sitzt; er macht 100 Schläge in der Minute und dient zur Vorbereitung der Kuchen zu starken Blechsorten und der Kolben zu starken Schmiedeeisenstücken;

K, Walzwerk von zwei Gerüsten und mit einem Getriebsgerüste, zur Fabrication von Eisen Nr. 2 aus Paketen oder Platinen; seine Walzen haben 0,35 Meter im Durchmesser und machen 60 bis 80 Umgänge;

G'', grosser Dampfkessel mit drei Siederöhren, welcher die Maschine *V''* speis't und der durch die verlorengehende Wärme von 2 bis 3 Schweissöfen gespeis't wird.

Die übrigen Theile der Hütte sind:

L, Dreh- und Reparaturwerkstatt; Schmiedeessen. Das Gebläse und die Drehbänke werden durch die Dampfmaschine *V* oder durch das Rad *r* bewegt;

N, Eisenmagazin;

Q, Gasometer von drei aufeinanderfolgenden Zonen, welcher zur Speisung der Gasflammen dient, welche die Hütte erleuchten.

Das Gas wird aus Steinkohlen erzeugt, die man in Retorten destillirt, welche durch die verlorne Flamme der Puddelöfen gefeuert werden.

X, *X*, Schienenwege für den innern Transport.

Tafel. 88.

Eisen-, Flammenofenfrisch- und Walzwerkshütte zu Königshütte in Oberschlesien.

Diese grosse Puddlingsfrischhütte, Alvenslebenhütte genannt, welche vor wenigen Jahren von der preussischen Regierung erbauet wurde, ist hier (nach Taf. 55 der Karsten'schen Eisenhüttenkunde) nach einem Maassstabe von 0,0054 Meter, dargestellt. Sie enthält zwei grosse Hämmer, drei Walzwerke, Scheeren für die Rohschienen, für das Grob- und für das Feineisen und die Richtplatten. Die Puddel- und Schweissöfen, die Handschmieden, die Anstalt zum Einbinden des Eisens, die Walzendrehbänke, die Geräthekammern und die Walzenstapelplätze sind sämmtlich an den Seiten des Gebäudes angebracht.

Die Triebkräfte für die verschiedenen Arbeitsmaschinen liefern zwei Dampfmaschinen von 60 und von 80 Pferdekräften.

Die erste von 60 Pferdekräften, betreibt einen schweren Hammer, die erste Walzwerksreihe und die Scheerenvorrichtung für die Luppeneisenschienen und für das Groheisen.

Der Hammer macht 70 Schläge in der Minute.

Die erste Walzenreihe besteht nur aus zwei Walzgerüsten, welche theils als Luppeneisenwalzgerüste, theils als Grobeisenwalzgerüste, theils als Kesselblechwalzgerüste dienen, jenachdem die zu diesem oder zu jenem Zwecke erforderlichen Walzen eingelegt werden. Es macht diese erste Walzwerksreihe gewöhnlich nur 25 bis 28 Umgänge in der Minute, jedoch reicht die Triebkraft zu 35 Umgängen hin.

Die zweite Dampfmaschine von 80 Pferdekräften ist bestimmt, einen schweren Hammer zum Zusammenschweissen von Kolben bei der Anfertigung sehr schwerer und starker Bleche, oder bei den Walzen von Eisenbahnschienen (beide Hämmer dieser Hütte sind Aufwerfhämmer, deren Daumenringe unter dem Helme liegen), drei Scheerenvorrichtungen und zwei Reihen von Walzwerksgerüsten in Betrieb zu setzen. Die eine Reihe ist für die Anfertigung von Kleineisen und von Schneideisen bestimmt; die Walzen beider Gerüste haben 0,42 Meter im Durchmesser und machen etwa 85 Umgänge in der Minute. Ausserdem enthält diese Reihe ein Streckwalzgerüst und ein

Schneidwerksgerüst. Die zweite Reihe ist zur Fabrication von Feineisen aller Art bestimmt, enthält drei Gerüste mit drei Walzen und macht 190 Umgänge in der Minute.

Erklärung der Buchstaben:

A, *A*, 6 Dampfkessel;

B B, Dampfmaschine von 60 Pferdekräften;

D, grosser Hammer zum Zängen der Luppen;

E E, Grobeisenwalzwerk, von denen ein Gerüst für Grobeisen- und das andere für Platin- und Kesselblechwalzen dient;

F, Grobeisenscheere;

B' B', Maschine von 80 Pferdekräften;

D', Pletschhammer für Schienenschweisspacke;

G G, Schienen- und Stabeisen-, sowie auch Bandhartwalzengerüst; *e*, Bandhartwalzen und *f* Schneidwerk. Neben dem Schneidwerke liegen die Vorwalzen und zwischen diesen und den Hartwalzen die Fertigwalzen;

H H, Feineisenwalzwerk mit 3 Walzen, bestehend aus einem Streckwalz-, aus einem Vorwalz- und aus einem Kaliberwalzgerüste;

F', grosse Stabeisen- und Schienenscheere;

F'', Band- und Feineisenscheere;

F''', Scheere zum Abschneiden der Enden;

L L, Streckbank;

P... *P*, 9 Puddelöfen;

Q... *Q*, 5 Schweissöfen;

T, Blechstückschweissofen;

T', Blechglühofen;

Y, Walzendrehwerk;

U, *U*, *U*, Geräthekammern;

V, *V*, Walzenstapelplätze;

X, Band- und Feineisenbindeplatz mit Handschmiede *M'* und mit kleinem Wärmofen *M*.

Tafel 89.

Die Walzhütten zu Jamaille und Moyeuvre, welche zu der Hütte von Hayange gehören.

Diese beiden Hütten, welche nach einem Maassstabe von 0,005 Meter dargestellt worden sind, liegen getrennt und gehören zu dem Ganzen des schönen Hüttenwerks von Hayange, welches Herrn v. Wendel gehört.

Hütte ven Jamaille. — Sie besteht aus einem Walzwerke für grobe Eisensorten *A A*, aus einem Walzwerke für mittlere Sorten *B*, aus einem andern für feine Sorten *C* und endlich aus zwei Blechwalzgerüsten *D*.

Diese verschiedenen Walzwerke, sowie auch eine Säge *E*, werden durch zwei Wasserräder betrieben, die unter der Hüttensohle und auf gleicher Linie miteinander liegen.

Acht Schweissöfen sind an dem Umfange der Hütte vertheilt.

Hütte zu Moyeuvre. — Sie dient sowohl zum Verfrischen des Eisens, als auch zu seinem Auswalzen in feine Sorten. Sie wird durch Wasserräder betrieben und besteht aus:

F, *F*, zwei Frischfeuern;
G, *G*, 11 Puddelöfen;
H, *H*, zwei Schweissöfen;
I, einem Aufwerfhammer;
K, einem Stirnhammer mit einem Grobeisenwalzwerke;
L, Quetschmaschine nebst 2 Puddelwalzgerüsten;
M, Feineisenwalzwerk.

Tafel 90.

Belgische Hütten*).

Hütte zu Zône oder zu Mont-sur-Marchienne. — Diese Hütte besteht aus einem Walzwerke, aus zwei hochburgundischen Frischfeuern, aus einer Fabrik feuerfester Ziegeln, aus einer Walzdrehhütte, aus einer Schmiede zur Anfertigung der Scheiben für Schneidwerke, aus einer Kleinschmiede, einer Zimmer- und Tischlerwerkstatt, aus 7 verschiedenen Magazinen für Schneideisen, Rohschienen, Roh- und Brucheisen, Stabeisen, Wechselstücke, feuerfeste Ziegelsteine und Steinkohlen, sowie sie auch im Allgemeinen mit allen Nebenbestandtheilen, die für ein grosses Hüttenwerk unerlässlich sind, versehen ist. Es wird diese Hütte von dem Heurefluss betrieben; die Kraft des Gefälles, welches die Bewegung der Mechanismen bewirkt, beträgt 30 bis 40 Pferdekräfte.

Sowie der Grundriss besagt, enthält die Walzhütte ein Zängewalzwerk, ein Stabeisenwalzwerk nebst Schneidwerk, ein Feineisenwalzwerk und eine Scheere. Diese Werkzeuge bedienen 5 Puddelöfen, welche auf dem Grundrisse mit *p* bezeichnet sind und 3 Schweissöfen, mit dem Buchstaben *c*.

Seit der Erbauung dieses Walzwerks, hat man ein Ardennisches Schneidwerk hinzugefügt, welches aus einem Gerüste und aus einem Ofen besteht. Das Schneidwerk wird durch das freie Ende der Wasserradwelle bewegt. Der Ofen, ein gewöhnlicher ruhender Glühofen, liegt am Ende des Schneidwerks. Man hat auch noch eine Scheere und einen Puddelofen hinzugefügt. Wir haben jedoch diese Zusätze auf dem Grundrisse nicht bemerkt, weil der ursprüngliche Plan besser ist, als der veränderte.

Die Verschiedenheit dieser Fabricationsmittel gestattet der Hütte zu Zône, die Fabrication mit den Bedürfnissen der Besteller in Uebereinstimmung zu bringen. Da die Triebkraft nicht hinreichend ist, um alle Arbeitsmaschinen auf einmal zu betreiben, so betreibt man nur diejenigen, deren Betrieb die Bestellungen erfordern. Man kann mit dem Walzwerke in 24 Stunden 11200 Kilogr. (213 Centner) Eisen aller Art produciren.

Die Hütte von Zône, welche ein kleines Meisterstück der Hüttenbaukunst ist, liegt mitten in einer sehr bewohnten und gewerbreichen Gegend des Bezirks von Charleroi. Die leichten Communicationsmittel, welche sie von allen Seiten umgeben, haben grossen Werth. Die sie mit Kohlen versehenden Gruben sind nur 10 Minuten davon entfernt, und die metallischen Materialien erhält sie von den in der Nähe liegenden

*) Die Taf. 90 und 91 sind aus dem Werke über Stabeisenfabrication von Valerius, welches ich deutsch bearbeitet habe, entlehnt; jedoch habe ich in meiner deutschen Bearbeitung nur die Werke von Couillet und Seraing aufgenommen und die übrigen weggelassen. H.

Hohöfen von Monceau, Couillet und Châtelineau. Die Hüttenarbeiter bewohnen die benachbarten Dörfer.

Die Hütte des Baron Cartier zu Yve. — Es besteht dieselbe aus mehrern Coaks- und Holzkohlenhohöfen, Frischfeuern, Platinenhämmern und aus einem in der Gemeinde Walcourt liegenden Walzwerk. Die allgemeine Triebkraft sind die Gefälle des Flusses Yve.

Die Zeichnung stellt den Grundriss der Walzhütte dar. Das grosse Wasserrad bewegt ein Puddelwalzwerk, ein Blechwalzwerk, ein Grobeisenwalzwerk mit Schneidwerk, ein Feineisenwalzwerk und eine Scheere.

Das Gerinne, welches das Wasser auf das Rad führt, ist 4 Fuss breit und 3 Fuss tief.

Die Kraft des Gefälles beläuft sich auf 70 Pferdekräfte; das Wasserrad hat 21 englische Fuss im Durchmesser. Drei Walzwerksreihen können gleichzeitig in Betrieb gesetzt werden.

p, 6 Puddelöfen. *c*, 4 Schweissöfen, von denen 2 für das Grobeisenwalzwerk und das Schneidwerk und 2 für das Blechwalzwerk und das Feineisenwalzwerk.

Die Walzhütte besteht aus einer grossen offenen Halle mit 2 Dächern, welche sich mit ihrer Verbindungslinie in der Mitte der Halle auf gusseiserne Säulen stützen, welche auf der Tafel bezeichnet worden sind. Das Wasserrad ist mit einem Gehäuse umgeben, dessen Säulen ebenfalls auf der Abbildung zu sehen sind.

Diese Walzhütte ist im Jahre 1830 von Herrn Bonehill erbaut. Die Puddelöfen haben eine zweckmässige Lage, allein die Schweissöfen hätten den Walzwerken, welche sie bedienen, näher gelegt werden müssen. Auch hätte ein ruhender Ofen oder ein eigentlicher Blechglühofen angebracht werden müssen. Diese Verbesserungen sind auf der Abbildung durch punctirte Linien bezeichnet.

Das Brennmaterial, welches die Walzhütte zu Yve speis't, wird durch Wagen von Charleroi herbeigeführt, welche wiederum Erz von Yve den zu Charleroi liegenden Hütten zuführen.

Maschine zu Couillet (Maassstab von 0,01 Meter auf das Meter). — Diese Maschine von 60 Pferdekräften bewegt:

Einen Stirnhammer; eine Presse; ein Puddelwalzwerk; ein Schienenwalzwerk; Scheeren und eine Schienensäge mit zwei Blättern. (Wegen der nähern Details sehe man die Beschreibung der nächsten Tafel).

Hütte von Monceau-sur-Sambre. — Diese auf dem rechten Ufer der Sambre zwischen diesem Flusse und der von Charleroi nach Mons führenden Strasse liegende Hütte besteht aus 4 Coakshohöfen erster Classe und aus einer Walzhütte, welche nach denen zu Couillet und Seraing die grösste im Lande ist. Sie gehört der belgischen Bank. Die Walzhütte ist 1838 durch einen englischen Ingenieur, Namens Grenneville, erbauet und ist besonders durch ihre Flammöfen mit unterirdischen Füchsen, jedoch ohne Kessel, durch die Grösse ihrer gemeinschaftlichen Esse, welche für wenigstens 20 Oefen dient und 200 Fuss engl. hoch ist, 12 Quadratfuss innern und 22 Q. F. äussern Querschnitt an der Basis hat, durch die Vereinigung des ganzen Betriebs in einer einzigen Maschine, sowie durch das Ganze ihrer Anlage bemerkenswerth.

Das Gebäude der Walzhütte zu Monceau-sur-Sambre besteht aus 3 grossen, nebeneinander liegenden Hallen, von denen jede mit einem zweiseitigen Dache bedeckt

ist. Die Dampfkessel und die allgemeine Esse liegen ausserhalb der Halle und zwischen dieser und der Strasse von Charleroi nach Mons. Die mittlere Halle enthält die Bewegungsmittheilung, die Walzwerke und den Hammer. Oefen sind in allen drei Hallen vorhanden; jedoch enthält die der allgemeinen Esse am Nächsten liegende die grösste Anzahl der Oefen. Diese Halle ist eigentlich der grosse Anhang mit Oefen zu der Walzhütte. Das Dampfmaschinengebäude liegt zum Theil in der Fabricationshalle, zum Theil in der Ofenhalle. Die dritte Halle, welche der Sambre am Nächsten liegt, enthält 3 Scheeren, 2 Blechglühöfen, Oefen zum Glühen von Schliesskeilen oder Splithen, einen durch die Maschine bewegten Büchsenapparat, der den Zweck hat, die Schienen in der gehörigen Länge und rechtwinklig abzuschneiden, endlich 2 Oefen zum Ausglühen der Schienenenden, damit sie in diesen Büchsen abgeschnitten werden können. Der Büchsenapparat, der Splithglühofen und die Schienenglühöfen nehmen eine besondere Abtheilung der vordern Halle ein.

a, Dampfmaschine von 65 bis 70 Pferdekräften;

b, Stirnhammer;

c, Puddelwalzwerk;

d, Blechwalzwerk;

e, Walzwerk für Grobeisen, für Schienen und für gröbere Schneideisen;

f, Walzgerüste mit 3 übereinander liegenden 10zölligen Walzen und Gerüste mit 8zölligen Hartwalzen;

g, drei Scheeren. Man sieht, dass die Blechscheere durch eine doppelte Kurbel bewegt ist. Der Zapfen über dieser Kurbel ruht in einer Pfanne, die an einem Balken befestigt und mit ihrem Ende auf eine gusseiserne Platte geschraubt ist, die dem Blechwalzwerke als Fundament dient;

B, Waage zum Wägen der Pakete;

B'', Waage zum Wägen des Stabeisens;

h, zwei Oefen für die Blechfabrication, von denen der eine ein gewöhnlicher Schweissofen und der andere ein eigentlicher Blechglühofen ist;

i, sechs Schweissöfen;

k, 15 Puddelöfen.

Alle Oefen, mit Ausnahme der 4 Schweissöfen, die dem Feineisenwalzwerke *f* am Nächsten liegen, und mit Ausnahme der Oefen, in denen die Schienenenden und die Splithe geglüht werden, haben eine gemeinschaftliche Esse.

Hütte zu Moire. — Das Wasserrad setzt in Betrieb:

Einen Stirnhammer; ein Puddelwalzwerk; ein Grobeisenwalzwerk; Feineisenwalzwerke und zwei Scheeren.

Tafel. 91.

Belgische Hütten.

Hütte zu Couillet (Maassstab von 0,002 Meter auf das Meter). — Die Eisenhütte Couillet wurde 1835 von einer anonymen Gesellschaft unter dem Namen *Société anonyme des Hauts fourneaux, Usines des Charbonnages de Marcinelle et Couillet* erbauet. Sie besteht aus 7 Coakshohöfen, einer grossen Maschinenbauanstalt und aus einer englischen Stabeisenhütte. Ihre Lage in Beziehung auf Erze, Brennmaterial und Communicationswege ist sehr glücklich. Das Brennmaterial bezieht sie aus

den Steinkohlengruben von Marcinelle und Châtelet, zwischen denen sie fast in der Mitte und etwa $\frac{1}{4}$ Lieue davon entfernt liegt. Die Erzversorgung erfolgt aus weiterrr Entfernung. Sie liegt am rechten Sambreufer in der Nähe einer guten Chaussée und der Eisenbahn, welche die wichtigsten Puncte Belgiens und diese mit dem Rhein verbindet. Die Eisenhütte von Couillet ist die grösste im Lande. Hier beschäftigen wir uns nur mit der Walzwerkhütte.

Die Anlage der Walzhütte zu Couillet geschah unter der Leitung eines englischen Ingenieurs, Namens Haarodt Smidt. Sie liegt zwischen dem Sambreflusse, der Maschinenbauwerkstatt und den Hohöfen, welche zusammen die Hütte Couillet bilden. Die Tafel giebt einen Grundriss von der Walzhütte nach dem Maassstabe von 2 Millimeter auf das Meter. Die Sambre liegt nördlich und die Hohöfen südlich von der Walzhütte, die Maschinenbauwerkstatt westlich. Die Hohöfen bestehen aus 3 Rauhgemäuern, von denen eins drei und die beiden andern jedes zwei Hohöfen enthält. Sie liegen in einer Fronte. Zwischen der Walz- und der Hohofenhütte liegt ein grosser Hof und zwischen jener und der Sambre ist auch ein bedeutender Raum vorhanden. Oestlich von der Walzhütte liegt eine grosse Werkstatt zur Anfertigung von Kesseln und Dampfböten.

ibRtmsxxx, Hauptgebäude oder grosse Halle der Walzhütte, welches die Fabricationsmaschinen, nämlich alle Walzgerüste, den Hammer, die Quetschwerke, die Scheeren etc. enthält. *L, Q, C, G, x, x, x, E*, Gallerien oder Anhänge, welche Oefen und die Bewegungsmaschinen enthalten. Man findet auch auf der Tafel die nothwendigen Nebengebäude der Stabeisenhütte, nämlich das Gebäude zur Vollendung der Rails, das Magazin etc.

Die grosse Fabrikhalle ist mit einem einzigen Dache bedeckt, welches von drei Mauern und von den gusseisernen, etwa 1 Fuss im Durchmesser haltenden Säulen *x, x, x* getragen wird. Das Dach hat eine Laterne, so dass sich die Luft leicht erneuern kann. Die Anhänge oder Nebenhallen haben jeder drei Dächer mit zwei Seiten und werden durch die Umfangsmauern und von zwei Reihen gusseiserner Pfeiler getragen, die etwa $\frac{1}{2}$ Fuss im Durchmesser haben und auf der Abbildung durch kleine Kreise bezeichnet sind. Auch das Dach des Anhangs mit dem Magazin ist dreifach. Zwei von diesen Dächern decken das Magazin und werden in der Mitte von einer Reihe gusseiserner Pfeiler getragen, die auf dem Grundrisse ebenfalls durch Kreise angedeutet sind. Die Werkstätten, welche einen Theil dieser Nebenhallen bilden, haben nur ein einfaches Dach.

Der Betrieb der Walzwerke ist auf 2 Maschinen vertheilt, von denen die eine 60 und die andere 80 Pferdekräfte hat. Nr. 1 ist das Gebäude für die erstern, Nr. 2 das für die zweite Maschine. Die Mauern dieser Gebäude sind vier Fuss dick.

Die Maschine Nr. 1 bewegt einen Stirnhammer, ein Puddelwalzwerk *eb*, ein Railswalzwerk *rl*, ein Quetschwerk *i*, eine Kreissäge mit zwei Blättern *y* und zwei auf der Tafel mit 3 und 4 bezeichnete Scheeren. Die eine derselben ist im Innern der Hütte, die andere ausserhalb derselben angebracht. Das Puddelwalzwerk besteht aus drei Gerüsten, das Railswalzwerk aus einem Streckwalzgerüste und aus zwei Gerüsten für die eigentlichen Schienen. Jenes ist das nächste an der Maschine.

Die Maschine Nr. 2 bewegt 1) ein Blechwalzwerk *tl*, bestehend aus zwei Gerüsten für das Blech und aus einem Streckgerüste für das Ausstrecken der geschweissten Pakete; 2) ein doppeltes Walzwerk *fe*, bestehend aus einem für Eisenbahnschienen

und aus einem Schneidwerke. Das Railswalzwerk hat zwei Gerüste und steht der Maschine am Nächsten. Das Schneidwerk nimmt das Ende der Linie ein und besteht nur aus einem Gerüste, allein wenn es im Betriebe ist, so legt man in das benachbarte Railsgerüst Bandeisenwalzen zur Vorbereitung der Platinen zum Schneidwerke; 3) drei in einer Reihe liegende Walzwerke für Stabeisen verschiedener Sorten, bestehend aus zwei Walzwerken mit 10zölligen und aus einem mit 8zölligen Walzen. Jedes dieser Walzwerke hat zwei Gerüste; 4) sechs Scheeren, auf der Tafel mit 5, 6, 7, 8, 9 und 10 bezeichnet; zwei derselben sind auf dem Hofe angebracht; 5) eine Kreissäge mit zwei Blättern *u*, um die Schienenenden abzuschneiden.

Die zu Couillet in Anwendung stehenden Flammöfen sind von zweierlei Art; von den einen hat jeder eine besondere Esse, wogegen andere eine gemeinschaftliche oder allgemeine Esse haben. Letztere können mit Kesseln versehen seyn oder bloss unterirdische Füchse haben. Die Oefen mit Kesseln liegen zu zweien, dreien oder vieren um einen Dampkessel, und nachdem die Producte der Verbrennung dieser Oefen unter den Kesseln gewirkt haben, begeben sie sich durch die unterirdischen Füchse in die gemeinschaftliche Esse.

C G, C G, C G, allgemeine Essen, die auf einer Linie an der Wand des Gebäudes liegen und von denen jede mehrern Oefen angehört;

p, Puddel- und *c*, Schweissöfen, die unter den Anhängen des Hüttengebäudes stehen. Wenn diese Buchstaben mitten auf einer Linie stehen, so deuten sie zwei aneinander liegende Oefen an. *D* (in der Nähe der Maschine Nr. 2), Blechglühofen. Man sieht, dass die Puddelöfen in der Nähe des Hammers, des Quetschwerks und des Puddelwalzwerks liegen und die Schweissöfen bei den Schienen-, Blech- und Stabeisenwalzwerken. Ohne das Quetschwerk würden einige von den Puddelöfen, die in dem Flügel *Q L E x* des Hüttengebäudes liegen, eine sehr schlechte Lage haben, da sie so weit von dem Hammer entfernt sind;

C, *S*, Oefen der beiden Hülfskessel.

Die Kesselöfen sind auf der Tafel angegeben, da man auch die durch dieselben gefeuerten Kessel angedeutet hat.

Die Canäle, welche die Producte der Verbrennung aus den Kessel- und aus den Flammöfen mit unterirdischen Füchsen in die gemeinschaftlichen Essen führen, sind durch punctirte Linien angedeutet. Man sieht, dass die erste links liegende allgemeine Esse zu 16 Oefen gehört. Die mittlere Esse nimmt die Flammen von vier Schweiss-, einem Blechglüh- und von den Oefen der Hülfskessel auf. Die letzte allgemeine Esse hat nur vier Oefen, und man musste daher, wie es die Abbildung angiebt, zur Verminderung des Zuges eine Oeffnung an dem Fusse anbringen.

Der mit *k* bezeichnete Schweissofen, der zu der mittlern allgemeinen Esse gehört, hat einen unterirdischen Fuchs und trägt zur Feuerung des Kessels, neben welchem er liegt, nichts bei. Man hat ihn erst erbauet, nachdem der Kessel bereits für die drei übrigen Oefen eingerichtet worden war.

Alle Oefen, welche nicht mit einer der allgemeinen Essen durch einen punctirten Fuchs in Verbindung stehen, haben jeder eine besondere Esse.

Die gemeinschaftlichen Essen sind inwendig bis zum Gipfel mit feuerfesten Ziegelsteinen bekleidet. Sie sind quadratisch und haben an der Basis auswendig 13 engl. Fuss. Ihre innere Weite beträgt 4 Fuss und die Höhe 120 Fuss. Die gewölbten

Füchse, welche zu diesen Essen führen, haben ebenfalls ein Futter von feuerfesten Ziegelsteinen und sind so weit, dass drei Männer gebückt nebeneinander gehen können.

Alle Kessel stehen durch gusseiserne etwa 1 Fuss weite Röhren miteinander in Verbindung. Diese Röhren sind mit zu Seilen gedrehtem Stroh und Lehm umgeben, um sich weniger abzukühlen. Sie leiten die Dämpfe durch Zweigröhren nach den Dampfmaschinen. Ueber den Kesseln ist noch eine andere gusseiserne Röhrenleitung angebracht, jedoch von geringerm Durchmesser, als die vorhergehende. Sie dient dazu, die Kessel mit Wasser zu speisen, in dem Maasse, dass das darin befindliche verdampft. Es ist daher in den Röhren über jedem Kessel ein Hahn angebracht, der mittelst eines Schwimmers, jenachdem die Verdampfung stärker oder geringer ist, mehr geöffnet wird. Auf der Tafel ist die Dampfleitung nicht angegeben.

Neben dem grossen Walzwerksbureau liegt ein Gebläse, welches die benachbarten Schmiedeessen und die Cupolöfen der Maschinenwerkstatt mit Wind versieht. *O*, Dampfkessel dieses Gebläses. *E*, Bureau der Beamten für das Puddelwalzwerk; *R*, Bureau für das Railswalzwerk Nr. 1 und das Blechwalzwerk; *M*, Bureau für das Railswalzwerk Nr. 2 und das Stabeisenwalzwerk; *N*, Bureau des Magazinbeamten; *A*, Bureau der bei der Zurichtung der Rails beschäftigten Beamten; *F* (in der Nähe des grossen Bureau's), Waage für das Roh- und das Feineisen, welche in den Puddelöfen gebraucht werden; *e* (bei dem Bureau *E*), Waage für das gezängte Eisen und die Rohschienen. Da dies Eisen noch warm ist, wenn es gewogen wird, so liegt eine Reihe von gusseisernen Platten zwischen dem Puddelwalzwerke und dieser Waage, auf denen das Eisen geschleift wird. *b* (der Mittheilungsmaschinerie von der Maschine Nr. 1 gegenüber), Waage zum Wägen der Pakete und des Eisens, welches man mittelst des Railswalzwerks Nr. 1 verarbeiten will; *f*, Waage für das Blechwalzwerk; *m*, Waage für das Schienenwalzwerk Nr. 2 und für das Stabeisenwalzwerk; *S*, kleine Waage zum Wägen des Spalt-, Band- und andern feinen Eisens, ehe es in Bunde zusammengelegt wird; *B*, *B*, *B*, Waagen zum Wägen des fertigen Eisens, wenn es in das Magazin gebracht, oder wenn es daraus verkauft etc. wird. Ausser den genannten hat man noch andere bewegliche Waagen, welche zum Wägen der Rails und anderer Eisensorten, wenn sie auf der Sambre verschickt werden sollen, dienen, und welche daher auf dem Hofe zwischen dem Flusse und der Walzhütte vorhanden sind.

E S (in der Nähe des Bureau's *E*), Block zum Probiren des Eisens. Die Resultate der Proben, die man täglich anstellt, um sich von der Qualität des Roheisens und von der guten Arbeit der Puddler, Walzer etc. zu überzeugen, werden in dem Bureau *E* aufgezeichnet und können dort von den Walzhüttenvorstehern eingesehen werden.

g, *g*, *g* etc. Krahne. Es steht einer in der Nähe bei dem Puddel-, einer bei dem Railswalzwerk Nr. 1, einer bei dem Stabeisenwalzwerke, einer in der Nähe des mit Halle bezeichneten Raumes, einer zwischen der Schmiede des Schneidwerks und der Ziegelei und endlich einer an den Ufern der Sambre. Letzterer dient zum Beladen der Schiffsgefässe, mit denen man Eisenbahnschienen und andere Eisensorten versendet. Alle übrigen Krahne werden zur Erleichterung des Einlegens und des Herausnehmens der Walzen in die Gerüste und aus denselben angewendet. Sie werden von Menschenhänden bewegt; jedoch könnte man einige auch durch Räderwerk von der nächsten Dampfmaschine aus bewegen lassen, indem man sich eines sehr einfachen Mechanismus, ähnlich dem, wie er zur Bewegung der Walzdrehbänke angewendet wird, bediente.

Die zum Auswechseln bestimmten Walzen für ein Gerüste werden in dessen Nähe hingelegt und fast in dem Bereich des Krahns, der zu dem Walzwerke gehört, und so, dass sie nicht hinderlich sind. Damit sie nicht viel Platz einnehmen, hält man sie durch gusseiserne Stützen übereinander. Die meisten Walzen werden in der sogenannten Halle aufbewahrt, in der Nähe des Stabeisenwalzwerks, indem die für den Handel bestimmten Sorten das grösste Assortiment von Walzen erfordern.

Die Schienen werden noch warm auf einer Bank dem Schienenwalzwerke gegenüber, die auf dem Hofe zwischen der Hütte und der Sambre angebracht ist, gerade gerichtet, worauf man sie auf Unterlagen von andern, quer gelegten Schienen rechts von der Richtbank auf den Boden legt. Darauf werden sie kalt auf Bänken und auf Blöcken gerichtet, die kleinen Fehler, die sie haben, ausgebessert, und zwar Letzteres in einer mit mehrern Schmiedefeuern versehenen Werkstatt. Die 4 Flammöfen in der Mitte derselben, die man auf der Tafel wahrnimmt, dienen zum Wärmen der Railsenden, die man in Büchsen abschneidet. Die Richtbänke und Blöcke für die kalten Rails sind auf dem Hofe an der Sambre zwischen der Zuricht- und der Tischlerwerkstatt, sowie auch längs dem Sambreufer angebracht.

Die Rohschienen und die andern Halbproducte, namentlich die verschiedenen Sorten von gegerbtem Eisen, welche zur Fabrication der verschiedenen Eisensorten dienen, sind auf dem Hofe an der Sambre zwischen dem Bureau *E* und der Railsrichtwerkstatt aufgestapelt.

Eine auf der Abbildung angegebene Eisenbahn erleichtert den Transport der Halbproducte zu den Walzwerken und der Schienen zum Flussufer.

Das Brennmaterial wird in Haufen vor der Walzhütte, auf dem Hofe der Hohöfen, zwischen den beiden ersten allgemeinen Essen, in dem Maasse, als es von den Gruben kommt, aufgeschüttet.

Das Roh- und das Feineisen liegen auf dem Hofe der Hohöfen in Haufen vor diesen und den Feineisenfeuern.

Hütte zu Seraing (Maassstab von 0,0015 Met. auf das Met.). — Die Hütte zu Seraing ist die berühmteste in Belgien, nicht sowohl wegen ihrer Ausdehnung und der Grösse der Eisenfabrication und eben so wenig wegen der allgemeinen Einrichtung ihrer Walzhütte. Ja man kann selbst sagen, dass von den grossen Vortheilen, die den Erfolg einer Eisenhütte sichern, Seraing keinen besitzt, den andere Hütten Belgiens nicht auch in gleichem, wo nicht in höherm Grade darbieten. Jedoch vereinigt keine Hütte Belgiens in demselben Grade wie Seraing die grosse Summe dieser Vortheile. Es ist bei den Hütten wie bei den Individuen. Nicht die ausserordentliche Entwickelung eines Organs, sondern das harmonische Ganze und die gleichzeitige Entwickelung aller Organe geben dem Menschen die Vollkommenheit und das Uebergewicht. Ein einziger Vortheil, eine einzige starke Seite kann zuweilen die Waage zu Gunsten einer Hütte neigen, wenn dieselbe nicht durch eine schwache Seite in anderer Beziehung wieder aufgewogen wird.

Seraing liegt in der Nähe der besten Steinkohlengruben von Lüttich, deren Producte sich durch Reinheit und Vortrefflichkeit auszeichnen. Ausserdem verbindet ein Eisenbahnnetz, wie man es ausser Seraing nirgends anders findet, jeden Ofen fast unmittelbar mit dem Förderschachte, der jenen versorgt. An den Ufern der Maas liegend, ist Seraing in leichter Verbindung mit Lüttich, Huy, Namur und folglich auch mittelst der

grossen Eisenbahnen, die Belgien durchziehen, mit allen grossen Consumtionspuncten des Landes.

Seraing hat seine Kräfte nicht durch zerstörende Versuche erschöpft. Wirklich hat die Verwaltung von Seraing mit grossen Kosten Ingenieure und Arbeiter für einzelne Zweige aus der Fremde kommen lassen, allein diese Ausgaben sind im Verhältnisse zu den durch Stockungen und Versuche verursachten unendlich gering. Die Besoldung eines Beamten in einer Eisenhütte, und sey sie auch noch so hoch, ist Nichts im Vergleich zu den Verlusten, die ein unwissender Beamter veranlassen kann. Noch jetzt bezahlt Seraing sehr reichlich Arbeiter, die in allen andern Hütten des Landes nur sehr mässige Löhne erhalten würden; allein nach dem jetzigen Zustande der Dinge sind diese Ausgaben wirkliche Ersparungen.

Die Walzwerke im Bezirke von Charleroi sind vollkommener, als die im Bezirke von Lüttich, allein Seraing ist unter den letztern das am Besten eingerichtete. Die Menge grosser Maschinen, die man dort findet, muss bedeutende Anlagecapitalien erfordert haben, allein diese Maschinen sind vortrefflich eingerichtet und machen Unterbrechungen des Betriebs unmöglich. Diese grosse Anzahl guter Maschinen ist weit eher etwas Gutes, als Nachtheiliges. Es ist auch eine allgemein angenommene Sache, dass eine gut wirkende Maschine niemals zu theuer ist.

Die Walzhütte zu Seraing ist klein im Verhältniss zu ihren Triebkräften. Allein da der Dienst in derselben durch Nichts gehindert ist und die Eisenbahnen jede Hemmung verhindern, so erleichtert die geringe Ausdehnung der Hütte die Beaufsichtigung ganz ausserordentlich; gegebene Befehle können weit rascher ausgeführt, und der den Chefs gebührende Gehorsam kann weit besser erfüllt werden. Es giebt daher wenige Hütten in Belgien, in denen man eine so bedeutende Energie, soviel Bewegung und Leben und solche Disciplin trifft, als in Seraing, und dies hängt sehr viel von der Concentration aller Gewerbszweige auf den möglichst geringsten Raum ab.

Die Hüttenanlage von Seraing besteht aus reichen Kohlenlagern, aus zwei Coaks-hohöfen mit einer ausgedehnten Giesserei, welche eine der bemerkenswerthesten im ganzen Lande ist, aus einer Walzhütte und einer Maschinenfabrik, ausgezeichnet durch ihre vortrefflichen Arbeitsmaschinen, Werkzeuge und daraus hervorgegangene Arbeiten. Die Maschinenmodelle, die man in Seraing aufbewahrt, können 3 Millionen Franken gekostet haben.

Das Etablissement von Seraing gehört einer anonymen Gesellschaft unter der Firma: anonyme Gesellschaft für den Betrieb der Hütten von John Cockerill zu Seraing bei Lüttich. Das Capital der Gesellschaft sind 12 Millionen Franken, von welchen die Hälfte der Regierung gehört.

Die Hütte zu Seraing wurde von John Cockerill unter den Auspicien der Regierung erbauet.

Taf. 9 giebt einen Grundriss der Walzhütte zu Seraing, nach einem Maassstabe von $1\frac{1}{2}$ Millimeter auf das Meter. Die Maschinenbauwerkstatt liegt südlich von dem Walzwerke nach der Maas zu, und die Hohöfen mit der Giesserei an der entgegengesetzten Seite, nordwärts. Man sieht auf dem Grundrisse die zu den etwa einen Büchsenschuss nördlich entfernt liegenden Steinkohlengruben führende Eisenbahn. Rechts von der Hütte liegt das Dorf Seraing und links ein Becken und ein Canal, der in die Maas ausläuft.

Die Walzhütte enthält als Motoren vier Dampfmaschinen, von denen drei von Niederdruck in einem Gebäude liegen, die vierte aber, eine Hochdruckmaschine, ein besonderes Gebäude einnimmt. Die Kraft einer der erstern Maschinen beträgt 100 Pferdekräfte. Auf dem Grundrisse ist sie mit dem Namen der grossen Maschine bezeichnet. Die beiden andern Niederdruckmaschinen haben 16 und 20 Pferdekräfte, die vierte Maschine 45 Pferdekräfte.

Die grosse Maschine betreibt mit Hülfe einer doppelten Kurbel ein Puddelwalzwerk *e*, ein Blechwalzwerk *t*, ein Grobeisenwalzwerk *m*, ein Feineisenwalzwerk *b t* und vier Scheeren *s*. Die in derselben Halle liegenden beiden andern Maschinen betreiben, die eine einen Zängehammer x', die andere aber einen Stirnhammer x'' zum Zängen der Pakete bei der Zugutemachung des Brucheisens und einen Schwanzhammer *x*. Die Bewegung wird diesem letztern durch Laufbänder mitgetheilt, welche sich bis zu einer geringen Entfernung von dem Dache erheben und dann wieder bis zum Hammer niedergehen. Die vierte Maschine treibt ein Railswalzwerk *R*, eine Scheere *s* und zwei Kreissägen, um die Railsenden abzuschneiden. Auch die in der benachbarten Werkstatt zum Abschneiden der Railsenden befindliche Kreissäge erhält ihre Bewegung von der letzt genannten Dampfmaschine.

Es befinden sich in der Walzhütte zu Seraing 16 Puddelöfen *p*, 8 gewöhnliche Schweissöfen *c*, 2 Schweissöfen für Brucheisen c', 1 Blechglühofen *t*, 1 Glühofen zum Wärmen der Railsenden *r* und 1 Ofen *q* zum Wärmen der *crosses*, *queues* oder *gouvers* genannten eisernen Stäbe.

Obgleich die Anzahl der Oefen nicht bedeutend ist, so gestattet doch die grosse mechanische Kraft, über welche man gebietet, die Menge des jährlich fabricirten Eisens auf 11 bis 12 Millionen Kilogr. (200000 bis 220000 preuss. Centr.) zu bringen.

Ausserdem enthält die Walzhütte zu Seraing zwei Feineisenfeuer *F*, deren Gebläseluft durch eine Dampfmaschine von 70 Pferdekräften und von Niederdruck geliefert wird. Diese in dem grossen Maschinengebäude vorhandene Maschine ist auf der Abbildung mit „Gebläse" bezeichnet. Da die Feineisenfeuer nur selten im Betriebe sind, so speis't das Gebläse gewöhnlich die nicht weit entfernt liegenden Hohöfen.

Die auf dem Grundrisse bezeichneten beiden Drehwerkstätten haben eine Maschine von 8 Pferdekräften zur Triebkraft. Diese Werkstätten haben eine sehr zweckmässige Lage. *k*, 5 Kessel, welche den Dampf für die grosse und für die Maschinen der Hämmer liefern. *v*, 3 Kessel für die Gebläse- und die Drehwerksmaschinen. *o*, 2 Ziegelsteinessen für die Oefen der erwähnten Kessel. Die Maschine des Railswalzwerks hat zwei Kessel, deren Esse mit o' bezeichnet ist. Sie besteht aus Blech und ist 120 engl. Fuss hoch. Die grossen blechernen Essen werden in den Hütten der Provinz Lüttich viel angewendet und leisten sehr gute Dienste. Den von mehrern technischen Schriftstellern gegen diese Essen gerichteten Angriffen scheint es an Grund zu fehlen.

b, 7 Wagen. — Die Krahne sind auf dem Plane durch Kreise bezeichnet.

B, d, 2 Richtbänke für das Stabeisen; *B v*, Richtbank mit Schrauben für das Richten grösserer Stücke; *B, s*, 3 Richtbänke für die Rails;

e, s, 2 Blöcke zum Probiren des Eisens, der eine für das fertige, der andere für die Rohschienen, welcher in der Nähe des Roheisenmagazins befindlich ist.

M g, Magazin für kleine Materialien, als Talg, Oel, Seile etc. In der Verlängerung der Speiseanstalt findet sich ein Raum zur Aufnahme beschädigter oder kranker Arbeiter.

B d, Administrations- und Rechnungsbureau. *A'*, Bureau für den Betriebsbeamten (Hüttenmeister, *contre-maître)* bei den Oefen. *A*, Expeditionsbureau. *L*, gemeinschaftlicher Eingang. *A''*, Bureau des Aufsehers in dem Roheisenmagazine. *b s*, Bureau der Betriebsaufseher. *b e*, Bureau des Schreibers.

Seraing hat den Ruf, das beste feine Stabeisen und Bandeisen auf dem Continent zu fabriciren.

Walzhütte zu Anzin im franz. Norddepartement. — Die Walzhütte zu Anzin ist im Jahre 1835 von Herrn Bonehill zu Marchienne erbaut worden. Das Zänge- und Luppenwalzwerk, das Grobeisenwalzwerk nebst dem Schneidwerke, sowie auch das Feineisenwalzwerk können gleichzeitig betrieben werden. Die Esse der drei Dampfkessel ist 150 engl. Fuss hoch und hat an der Basis eine Breite von 12 Fuss. Die mit dem Buchstaben *p* bezeichneten Oefen sind Puddelöfen, die mit *c* bezeichneten Schweissöfen; die mit *t* bezeichneten Oefen endlich sind Blechglühöfen. Das Walzwerk zu Anzin gehört der Handelsgesellschaft zu Brüssel.

Die Hütte zu Acoz im Bezirke von Charleroi, (Maassstab von 0,01 Meter). — Die Hütte von Acoz besteht aus zwei Coakshohöfen, einem Feineisenfeuer und einem Walzwerke.

In der Walzhütte sind 4 Walzwerke vorhanden: ein Zänge- und Puddelwalzwerk, ein Grobeisenwalzwerk nebst Schneidwerk, ein Feineisenwalzwerk und ein Schienenwalzwerk. Ausserdem sind in der Hütte noch 3 Scheeren und eine Walzendrehbank vorhanden, welche von den Triebkräften der Walzwerke bewegt werden.

Diese Walzhütte ist interessant, da sie ein instructives Beispiel von der Vertheilung des Betriebes auf 3 Maschinen darbietet. Das Zänge- und das Puddelwalzwerk wird durch eine Maschine von 30 Pferdekräften betrieben. Das Grobeisenwalzwerk nebst dem Schneidwerke wird durch ein Wasserrad bewegt und die beiden übrigen Walzwerke durch eine Dampfmaschine von 45 Pferdekräften. Diese Einrichtung gestattet einen gleichzeitigen Betrieb mit allen drei Walzwerken und macht Betriebsunterbrechungen selten. Wenn, z. B., bei der Maschine des Puddelwalzwerks sich ein Unfall ereignete, so könnte man mit Hülfe einer Kuppelungswelle, wie man es auf der Abbildung sieht, dieses Walzwerk mit dem Grobeisenwalzwerke verkuppeln und es durch das Wasserrad betreiben. Auf diese Weise ist bei dieser Hütte Alles so berechnet, um Betriebsunterbrechungen zu verhindern. Was aber die Einrichtung der Triebkräfte der Hütte am Bemerkenswerthesten macht, ist, dass die Hütte nicht auf einmal, sondern zu verschiedenen Zeiten erbaut worden ist. Gewöhnlich kann man bei einer Hüttenanlage Fehler nicht vermeiden, wenn man sie nicht nach einem vorher gemachten Plane erbaut. Die Hütte zu Acoz wurde anfänglich in der Absicht angelegt, nur mit Wasser betrieben zu werden, und erst später hat man an das Puddelwalzwerk eine Puddelmaschine gelegt und dann das Schienen- und das Feineisenwalzwerk hinzugefügt. Für eine so oft veränderte Hütte sind die Einrichtungen sehr glückliche, und man muss gestehen, dass sie in Beziehung auf die Einheit und die Anordnung nicht viel zu wünschen übrig lassen.

Die Abbildung zeigt 5 Dampfkessel, die allgemeine Esse von den Oefen dieser Kessel, die Cylinder *c* der Dampfmaschinen, den Brunnen *P*, drei Treppen, die Wassergerinne, einen Krahn, 9 Puddelöfen, von denen gewöhnlich 6 im Betriebe sind, und 4 Schweissöfen. Die letzteren haben eine sehr gute Stellung, allein die von mehrern der Puddelöfen scheint nicht so vortheilhaft zu seyn.

Tafel 92.

Bewegungsmittheilungen für Walzwerke.

(Maassstab von 0,005 Meter auf das Meter.)

Hütte zu Châtillon-sur-Seine im Departement der Goldküste. — Fig. 1 Luppenwalzwerk, welches durch ein mittelschlächtiges Wasserrad betrieben wird. Das Walzwerk besteht aus zwei Gerüsten, von denen das eine spitzbogige und das andere flache Caliber hat; ein drittes Gerüst enthält die Getriebe. Das Schwungrad, welches an einer Verlängerung der Walzenwelle befindlich ist, hat 5 Meter im Durchmesser und macht 60 Umgänge. Dasselbe Wasserrad bewegt einen Stirnhammer, dessen Hebekranz 15 Umgänge macht.

Fig. 2, Streck- und Schlichtwalzen, welche nach Belieben durch ein Wasserrad und durch eine Dampfmaschine mit Niederdruck und von 50 Pferdekräften in Betrieb gesetzt werden können. Beide Motoren können gleichzeitig oder getrennt benutzt werden. Die Apparate sind ein Stirnhammer mit hölzernem Helm, ein Luppenwalzwerk, welches 50 Umgänge macht und auf einem und demselben Körper spitzbogige und flache Caliber hat, ein Grobeisenwalzwerk von zwei Gerüsten nebst Schneidwerk und Getriebegerüst. Dieses Walzwerk liegt in der Verlängerung der Schwungradwelle und macht ohngefähr 110 Umgänge; es hat eine Walzenreihe mit 5 Gerüsten für Feineisen und mit 2 Gerüsten mit Hartwalzen, welche sämmtlich 180 Umgänge in der Minute machen.

Fig. 3, verschiedene Walzwerke, welche durch ein Wasserrad bewegt werden, und die aus folgenden Gerüsten bestehen: 1) Auf der Schwungradwelle, welche 70 Umgänge macht, ein Grobeisenwalzwerk mit einem Streck- und einem Schlichtwalzgerüste; 2) ein Schneidwerksgerüst mit 50 Umgängen; 3) ein Feineisenwalzwerk mit 5 Gerüsten, deren Walzen im Durchschnitte 0,27 Meter Durchmesser haben und 130 Umläufe machen; 4) zwei Schlichtwalzgerüste zum Ausstrecken der zu zerschneidenden Platinen, welche durch ein besonderes Räderwerk betrieben werden, und die 70 Umgänge in der Minute machen.

Viele von diesen Zahnrädern sind mit hölzernen Zähnen versehen und haben gusseiserne Getriebe, die nachgearbeitet worden sind.

Hütte zu Buillon sur-la-Loue. — Fig. 4, grosses hölzernes Wasserrad, welches zu beiden Seiten Walzwerke bewegt. Jedes derselben besteht nur aus einem einzigen Walzengerüste nebst Getriebegerüst. Eins derselben enthält ein Luppenwalzwerk und ein Streckwalzwerk mit den Scheeren; das andere ein Luppenwalzwerk, ein Streckwalzwerk mit 3 Walzen und 2 kleine Gerüste mit Hartwalzen zur Vollendung des Drahteisens.

Hütte zu Chenecey im Doubs-Departement. — Fig. 5, ein hölzernes Wasserrad mit gusseisernen Wellkränzen, welches einerseits ein starkes Gerüste mit grossen Streckwalzen für Heerdfrischeisen, mit Schwungrad und Scheere und andererseits ein Walzwerk für Drahteisen bewegt. Dies besteht aus einem Gerüste von drei Streckwalzen, aus einem Gerüste von drei Präparirwalzen und aus zwei Gerüsten, jedes mit zwei Hartwalzen zur Vollendung des feinen Rundeisens.

Hütte zu Framont in den Vogesen. — Fig 6, ein sehr schönes gusseisernes Rad von 7 Meter Durchmesser und 3 Meter Breite bewegt zwei verschiedene Walzwerksreihen. Die eine besteht aus zwei Gerüsten für Grobeisen, nebst einem Gerüste mit Ausstreckwalzen, 4 Gerüsten Feineisenwalzen; zusammen nebst zwei Ge-

triebegerüsten. Die andere Reihe, mit deren Welle das Schwungrad verbunden ist, besteht aus zwei Blechwalzwerksgerüsten, welche die heftigsten Stösse zu erleiden haben.

Hütte von d'Osnes in den Ardennen. — Fig. 7, grosses Wasserrad, welches zu seinen beiden Seiten betreibt, einerseits einen Stirnhammer mit hölzernem Helm und ein Luppenwalzwerk mit zwei Gerüsten und andererseits zwei Stabeisenwalzgerüste und ein Schneidwerk, welches auch isolirt steht.

Hütte zu Flize in den Ardennen. — Fig. 8, ein Blechwalzgerüst und zwei Grobeisenwalzgerüste, welche durch ein Wasserrad betrieben werden.

Hütte zu Chehery in den Ardennen. — Ein Wasserrad von 7,70 Meter Durchmesser bewegt zwei Walzwerke und zwei Paar Scheeren. Auf der Schwungradwelle sind 4 Gerüste mit Walzen von 0,36 Meter Durchmesser, nämlich ein Puddelstreckwalzgerüst und ein Puddelschlichtwalzgerüst, ein Schlichtwalzgerüst für Grobeisen und ein Gerüst für Ausstreckwalzen oder Schneiden.

Das Feineisenwalzwerk besteht aus 4 Gerüsten, jedes mit 3 Walzen.

Kupferhütte zu Swansea bei Bradford in Wales. — Fig. 10, eine Dampfmaschine von Mitteldruck und von 120 Pferdekräften betreibt 5 verschiedene Walzenreihen, von denen 4 zur Fabrication von Messingblechen, zu Schiffsbeschlägen, dienen. Das fünfte Walzwerk dient zur Anfertigung von starkem Messingdrahte. Zu beiden Seiten der Kurbelwelle ist ein Schwungrad angebracht, so dass die Stösse, welche durch diese Welle mitgetheilt werden, nur halb so stark sind, als sie seyn würden, wenn das Schwungrad, bei übrigens gleicher Einrichtung der Walzwerke, nur auf der einen Seite befindlich wären.

Hütte zu Low-Moor in England. — Fig. 11, Maschine von 60 Pferdekräften, welche ein Grobeisen- und ein Feineisenwalzwerk, Scheeren und einen Stirnhammer zum Abschlichten der Stäbe betreibt.

Phönixeisenwerk bei Birmingham. — Fig. 12, Dampfmaschine von 60 Pferdekräften, die einen Stirnhammer betreibt, dessen Hebekranz auf die Kurbelwelle gekeilt ist, ein Puddelwalzwerk mit zwei Gerüsten, ein Blechwalzwerk und ein anderes für Grobeisen, welche dem Maschinengebäude näher liegen.

Walzhütte der Walzwerkscompagnie zu Birmingham. — Fig. 13, Hütte zum Auswalzen von Kupfer, bestehend aus 6 Walzwerken mit zwei und aus 2 Walzwerken mit nur einem Gerüste, welche nur 6 bis 18 Umgänge in der Minute machen, weil das Kupfer nur kalt durchgewalzt wird. Die Dampfmaschine hat 100 Pferdekräfte. Ein mächtiges Schwungrad von 70 bis 80 Umgängen regulirt die Bewegung. In der Verlängerung der Schwungradswelle liegt ein Streckwalzwerk.

Dundyven-Eisenwerk bei Glasgow. — Fig. 14, Dampfmaschine von 60 Pferdekräften, welche zwei Stirnhämmer und zwei Puddelwalzwerke betreibt, welche symmetrisch zu beiden Seiten angebracht sind.

Hütten-Studie. — Fig. 15, Dampfmaschinen von leichter Construction, welche direct und ohne Bewegungsmittheilung auf jedes Walzwerk wirken.

a) oscillirende Maschine von 25 Pferdekräften an der Stirnhammerwelle.

b) horizontale Maschine von 60 Pferdekräften an der Welle eines Walzwerks von 4 Gerüsten, von denen zwei zum Auswalzen von Schienen und zwei zur Vorbereitung der Deckstäbe der Schienenpakete dienen.

d) horizontale Maschine von 40 Pferdekräften, welche durch ein Zahnrad und ein Getriebe ein Grobeisenwalzwerk, aus zwei Gerüsten, nebst Ausstreckwalzwerk oder Schneidwerk treibt.

Tafel. 93.

Hütte zu Alais.

Diese Hütte ist in den Figuren 1 und 2 (Maassstab von 0,001) im Grundrisse und senkrechten Querdurchschnitt dargestellt. — Wir haben hier den ursprünglichen Plan mitgetheilt, sowie er von Herrn Communeau entworfen wurde, weil wir denselben als eins der besten Beispiele ansehen, welches man von der allgemeinen Anordnung einer grossen Hütte geben könnte.

Erklärung.

A, Zwei Steinkohlenförderschächte;
B, Erzhaufen;
C, 17 Erzröstöfen;
D, 72 Vercoakungsöfen;
E, Platz zur Vercoakung der Steinkohlen in freier Luft;
F, 6 Hohöfen;
G, 3 Hohöfengebäude;
H, 6 Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens;
I, 3 Cupolöfen;
J, 3 Darrkammern;
K, 3 Krahne;
L, 2 Feineisenfeuer;
M, 3 Dampfmaschinen, jede von 75 Pferdekräften nebst Gebläsecylindern;
N, 10 Dampfkessel;
O, 55 Meter hohe Esse;
P, Maschine von 12 Pferdekräften zur Verbreitung des feuerfesten Thons;
Q, Ziegelei zur Anfertigung feuerfester Ziegeln;
R, Ziegelbrennofen;
S, *S*, Kleinschmieden;
T, 4 Waagen nebst Bureaus;
U, Wasserbehälter;
V, Tischlerwerkstatt und Modellmagazin;
X, 2 Plätze zur Aufbewahrung des Feineisens und des Roheisens;
Y, 2 Plätze zur Aufbewahrung von Steinkohlen;
Z, ein Platz zur Aufbewahrung von Holz;
Z', Platz zur Aufbewahrung von Gusswaaren;
A', 8 Dampfkessel;
B', 50 Meter hohe Esse;
C', Maschine von 30 Pferdekräften;
D', Maschine von 80 Pferdekräften;
E', grosser Hammer und Puddelwalzwerke;
F', verschiedene Walzwerke;
G', Drehbäuke;

H', 30 Puddel- und andere Oefen;
I', Eisenmagazin;
J', Bureaus.

Tafel 94.

Hütte zu Decazeville.

Diese hier nach einem Maassstabe von 0,001 Meter dargestellte Hütte ist diejenige in Frankreich, welche die bedeutendste Production hat. — Sie ist von Herrn Cabrol angelegt, der sie auch noch jetzt dirigirt. — Die grosse Ausdehnung, welche in Frankreich der Verbrauch des bei Steinkohlen erzeugten Eisens genommen hat, das Talent und die Thätigkeit seines Directors sind Bürgen für das Gedeihen dieser prächtigen Anlage.

Erklärung.

A, Walzhütte;
B, neue Walzhütte;
C C, Gebläse;
D, Hohofengebäude;
E, Giesserei zum Umschmelzen des Roheisens;
F, Hohöfen;
G, Möllergebäude der Hohöfen;
H, Handschmieden;
I, Schmiede zur Reparatur der Gezähe;
K, Portierwohnung und Waage;
L, Bureaus und Magazine;
M, Bandeisenmagazin und Modellböden;
N, Bohrwerkstatt und Ofen zum Glühen der Schienenenden;
O, Portierwohnung;
P, Verwaltungsgebäude;
Q, Ziegelei;
R, Modellwerkstatt.
S, Kasernen;
V, kleines Wasserbecken;
X, grosses Wasserbecken;
Y, Pferdeställe;
A', Maschinenhaus der Grube Lagrange;
B', Vieille-Grange;
D', Linie von 70 Coaksöfen;
E', Wohnung für verschiedene Beamte;
G', alte Vercoakungsöfen;
Q', Modellmagazin.

Doppeltafel 95 u. 96.

Hütte zu Creusot.

Diese ungeheure Anlage ist nach einem Maasstabe von 0,000699 Met. dargestellt.

Unter der trefflichen Direction der Herren Schneider stehend, ist dieser Hütte jetzt eine glänzende Zukunft gesichert, wozu hauptsächlich ihre glückliche Lage und ihre ungeheuren Brennmaterialvorräthe beitragen.

Bayerische Staatsbibliothek München

Erklärung.
A, Walzhütte;
B, Hammer;
C, Schmiede für grosse Stücke;
D, Wohnungen;
E, Dampfkessel;
F, Magazin;
G, Drehwerk;
H, Bohrwerk;
I, Giesserei;
J, Hohöfen;
K, Gebläse;
L, Bronzegiesserei;
M, Apotheke;
N, Handschmieden der Hohöfen;
O, Vercoakungsöfen;
P, Arbeiterwohnungen;
Q, Röstöfen;
R, Sandförmerei;
S, Kleinschmieden nebst Schwanzhammer;
T, Gebläse;
U, Handschmieden;
V, Modellwerkstatt;
X, Maschinenbauwerkstatt;
Y, Drehwerkstatt;
Z, Kesselwerkstatt;
A', Zimmerwerkstatt;
B', Wagnerwerkstatt;
C', Nagelfabrik;
D', Bureaus;
E', Direction;
F', Bauholzplatz;
G', Creusotschacht;
H', Schacht Nr. 19;
I', Schacht Nr. 13;
J', Schacht Nr. 12;
K', Noyersschacht;
L', Schacht Nr. 14;
M', Chaptalschacht;
N', Südschacht;
O', Coucheschacht;
P', Nouillotsschacht;
Q', Glashütte;
R', Feineisenfeuer.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Flachat, Eugène, / Barrault, Alexis / Petiet, Jules,

Practische Eisenhüttenkunde, oder systematische Beschreibung des Verfahrens bei der Roheisenerzeugung, der Stabeisenfabrication, dem Giessereibetriebe und der Stahlbereitung nebst Angaben über die Anlage und den Betrieb der Eisenhütten ; begleitet von einem Atlasse der jetzt angewendeten Oefen, Maschinen, Apparate und Gezähe, welcher alle zur Ausfü
Bd.: 4

Weimar (1846)

BHS I C 194-4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10706251-5